Aus der Prothetischen Abteilung (Vorstand: Prof. Wannenmacher) des zahnärztlichen Institutes (Vorstand: Prof. Peckert) der Universität Tübingen

Der Ansatz des Blechbläsers und seine Bedeutung für die zahnärztliche Prothetik

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde der Zahnheilkunde einer Hohen Medizinischen Fakultät der Eberhards-Karl-Universität zu Tübingen

vorgelegt von

Helmut Rothe
aus Stuttgart

Erschienen in der Monatsschrift für Zahnheilkunde, Jahrgang 1932
Verlag Julius Springer, Berlin

1931

- - - Spamersche Buchdruckerei in Leipzig - - -

Zum Druck genehmigt von der Medizinischen Fakultät
der Universität Tübingen

Dekan: Prof. Dr. Haffner
Referent: Prof. Dr. Wannenmacher

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Einleitung.

Ums Jahr 1780 mußte der Graf von Thun in Böhmen zu seinem Leidwesen erfahren, daß sein Leibeigener Johann Wenzel Stich aus seinen Diensten geflohen war, just zu dem Zeitpunkt, an welchem seine musikalische Ausbildung als Waldhornist, für die sein Herr so große Summen aufgewandt hatte, den ersten Grad künstlerischer Vollendung erreicht hatte. Kein Wunder, daß der darob erzürnte Graf seinen ungetreuen Diener mit dem wenig humanen, aber zweckmäßigen Befehl verfolgen ließ: „Wenn man sich seiner Person nicht bemächtigen könnte, doch wenigstens zu suchen, ihm die vorderen Zähne einzuschlagen!“[1]

Diese kleine Episode befreit mit ihrer drastischen Realität wohl am schnellsten das Thema von dem Anschein einer krampfhaft gesuchten theoretischen Fragestellung und führt gleichzeitig auf kürzestem Weg mediam in rem, indem sie über die Bedeutung der Zähne für den Bläser keinen Zweifel läßt. Wenn sich schon dieser kleine Fürst darüber klar war, daß mit dem Verlust der Frontzähne die künstlerische Laufbahn seines Leibeigenen besiegelt war, so bedarf es wohl nicht erst einer besonderen Untersuchung, die Wichtigkeit der Zähne für den Bläser zu beweisen. Jeder gebildete Bläser ist sich über diesen Punkt vollständig klar, und abgesehen vielleicht von Filmgrößen ist er es, der den größten Wert auf eine gute Zahnpflege legt. Er ist sich stets bewußt, daß von der Erhaltung seiner Zähne seine Existenz abhängt. Um es etwas pointiert zu formulieren, könnte man sagen: Ein Bläser ohne Zähne ist wie ein Geiger ohne Finger! Dazu kommt, daß der Berufsmusiker heutigestags in verschärftem Maße um sein Auskommen zu kämpfen hat, denn die Mechanisierung der Musik durch Radio, Grammophon, Tonfilm und Kinoorgel macht seine Existenz in noch viel stärkerem Grade von einwandfreier, künstlerischer Leistung abhängig. Wird seine Leistungsfähigkeit durch Verlust oder Erkrankung der Zähne herabgesetzt oder gar aufgehoben, so sind die Folgen in wirtschaftlicher und sozialer Hinsicht ungleich schwerere als früher. Und zwar handelt es sich dabei nicht um einige mehr oder

[1] Aus: *Ernst Ludwig Gerber*, Neues historisch-biographisches Lexikon der Tonkünstler. Leipzig: bey A. Kühnel 1814, 1. Ausgabe 1790; Abschnitt: *Stich* (Johann Wenzel).

weniger seltene theoretische Einzelfälle! Verkehrt man erst einmal längere Zeit in den Kreisen der Berufsmusiker, so treten einem die die zahnärztliche Praxis interessierenden Fälle in überraschender Fülle entgegen.

Damit ist der Zahnarzt vor eine dankbare, aber auch sehr schwere Aufgabe gestellt. Leider ist er jedoch diesen Fällen gegenüber in der Regel völliger Laie. Es ist überhaupt erstaunlich, wie wenige auch nur grundlegende Kenntnisse in gebildeten Kreisen, ja selbst bei Musikfreunden über die Blasinstrumente anzutreffen sind. Warum sollte da auch der Zahnarzt gerade eine Ausnahme machen! Es kann nun natürlich keineswegs verlangt werden, daß er über Trompete, Klarinette, Posaune oder Fagott Bescheid weiß; tritt aber einmal der Fall ein, daß er einen Bläser als Patienten bekommt, so wären einige Kenntnisse für ihn und den Patienten sehr nützlich. Denn wendet der Arzt nur seine sonst übliche Therapie an, so wird er häufig Mißerfolge erleben müssen. Die konservierende Behandlung wird zwar kaum irgendwelche Besonderheiten aufweisen, um so mehr aber die Anfertigung einer Prothese. Ohne Kenntnis der eigentümlichen funktionellen Beanspruchung wird es nicht möglich sein, einen vollwertigen Ersatz zu schaffen. Auch alle übrigen zahnärztlichen Maßnahmen werden unter einem anderen Gesichtspunkt stehen müssen als in sonstigen Fällen.

Aber noch weitere Vorteile entstehen für den Zahnarzt aus Kenntnissen über Beruf und Schwierigkeiten des Bläsers. Sobald der Patient merkt, daß der Arzt sich auch nur ein wenig mit der Sache beschäftigt hat und mit dem Wort „Bläser" etwas mehr als eine vage Vorstellung von Feuerwehrkapellen und ländlichen Posaunenchören verbindet, wird sein Vertrauen erheblich zunehmen. Und welche Bedeutung das Vertrauen des Patienten zum Arzt für diesen selbst und den Erfolg seiner Behandlung hat, darüber braucht wohl kein Wort verloren zu werden.

Ein Punkt, auf den *Reichenbach* schon hingewiesen hat, darf nicht vergessen werden: die zahnärztliche Berufsberatung. Ehe sich jemand entschließt, als Bläser Musik zu studieren, sollte er den Zustand seines Gebisses untersuchen und prüfen lassen, ob seine Zähne den gesteigerten Anforderungen auf die Dauer genügen. Und hier müßte die Prognose so skeptisch als möglich gestellt werden! Zu allererst müssen die Zähne untersucht werden. Ein besonders cariesgefährdetes Gebiß, zahlreiche bereits wurzelbehandelte Zähne, schwere Stellungsanomalien und Kieferdeformitäten, Zahnlücken an entscheidender Stelle sind Grund genug, um entschieden von diesem Beruf abzuraten. Ja, ich möchte sagen: Ist das Gebiß in seiner Qualität nicht *über* dem Durchschnitt, kann es nicht rückhaltslos als gut bezeichnet werden, so müßte dies eine ernste Mahnung sein, einen anderen Beruf zu wählen. Fängt nämlich schon nach einigen Jahren die Sorge um die Zähne an, so ist die Lage sehr ernst, denn ein vollwertiger Ersatz für den Bläser ist ein Problem, das vorerst nur selten einwandfrei gelöst werden kann. — Aber auch bei dieser Beurteilung darf der Blick nicht auf die Zähne allein gerichtet werden. Die gesamte Konstitution muß berücksichtigt werden. Vor allem im Blick auf eine vielleicht drohende Paradentose, deren Folgen für den Bläser ungleich tragischer sind als für andere Berufe. Auch die Familienanamnese wird oft wichtige Hinweise geben können. Inwieweit die besonderen Druckverhältnisse auslösend oder begünstigend auf die Paradentose einwirken können, entzieht sich

meiner Kenntnis. So viel steht aber wohl fest, daß eine Therapie wegen der starken Belastungsmomente aussichtslos ist. Es soll jedoch auf diese allerdings sehr wichtige zahnärztliche Berufsberatung nicht näher eingegangen werden.

Das Ziel dieser Arbeit soll es vielmehr sein, das Wesen des Ansatzes darzulegen, einmal, soweit es zum Verständnis des Bläsers überhaupt nötig ist, zum anderen, sofern es die Anfertigung eines Ersatzes erfordert. Dieses Ziel ist nur in engster Zusammenarbeit mit dem Bläser selbst zu erreichen, denn nur er kann genaue Angaben über die Vorgänge beim Blasen machen, und er allein kann unsere Feststellungen und Ergebnisse auf ihre Richtigkeit hin prüfen. Dabei sollen Versuche auch *die* Bewegungen zu erfassen suchen, über die sich der Musiker selbst nur selten klar wird. Das Hauptinteresse aber wird darauf gerichtet werden, die auf Zähne und Kiefer einwirkenden Kräfte nach Größe und Richtung festzulegen, um daraus zu ersehen, welchen Beanspruchungen die Prothese ausgesetzt ist.

Allgemeines über den Ansatz.

Dieser Abschnitt bietet keine Einzelheiten, die für die zahnärztliche Behandlung grundlegend wären. Seine Aufgabe besteht lediglich darin, den Neuling etwas mit den Eigentümlichkeiten der Blasinstrumente und mit dem Kernpunkt der Sache, dem „Ansatz", bekannt zu machen. Der Wert dieser Ausführungen liegt also weniger auf praktischem Gebiet als in dem Bestreben, das allgemeine Verständnis für den Bläser zu wecken, um so später das Vertrauen des Patienten gewinnen zu können.

Was versteht man nun eigentlich unter diesem ominösen Wort „Ansatz"? Frägt man den Musiker selbst, so wird es ihm schwerfallen, eine klare Auskunft zu geben, denn es ist in der Tat nicht einfach, den Begriff „Ansatz" zu definieren. Man könnte etwa sagen: Unter Ansatz versteht man die Lagebeziehungen zwischen Mundstück und Mundhöhle des Bläsers und die Summe aller Vorgänge, die in diesem Bereich zur Bildung des Tones dienen.

Schon bei äußerer Betrachtung fällt jedem die außerordentlich enge Bindung von Instrument und Körper auf. Mundstück und Lippen bilden eine Einheit, und das Instrument selbst ist gleichsam in den Atemrhythmus des Körpers eingefügt. Also im Gegensatz etwa zum Pianisten und seinem Klavier ein in viel höherem Maße an den Körper gebundener Vorgang. Der Klavierspieler hat eine große Zahl mechanischer Zwischenglieder nötig, um den Ton zu erzeugen. Der Anschlag seines Fingers ist an sich eine künstliche Bewegung, die sich außerdem mehr an der Peripherie seines Körpers abspielt. Dann aber muß die Berührung der Taste auf ein kompliziertes Hebelsystem übertragen werden, bis endlich der Hammer an die Saite schlägt und der Ton erklingt. Also ein weiter Weg vom Wollen zum Vollbringen. Ganz anders der Bläser! Die Lunge, die Lippen, die Zunge, kurz, fast alle Organe, die dem Menschen sonst die Möglichkeit der Äußerung durch die Sprache geben, dienen ihm dazu, den Ton, den Träger des musikalischen Ausdruckes, zu bilden. Dabei ist das primäre, im Grunde recht primitive Hilfsmittel das Mundstück. Das Instrument selbst ist, so betrachtet, etwas Sekundäres. Es hat lediglich die Aufgabe, wie ein Schalltrichter den schon gebildeten Ton zu vergrößern und zu veredeln. Somit ist das Blasen ein zum größten Teil physiologischer Vorgang, der der ursprünglichsten musikalischen Ausdrucks-

form, dem Gesang, sehr nahe steht. Diese Ähnlichkeit zeigt sich besonders deutlich in der Abhängigkeit des Ansatzes von körperlichen und seelischen Bedingungen.

Zunächst sind es die lokalen anatomischen Verhältnisse, die den Ansatz nach Art und Qualität bestimmen. Die Beschaffenheit der Lippen ist für den Blechbläser sicher von großer Bedeutung. Ob sie dick und breit oder schmal und dünn sind, ist nicht gleichgültig für den Ton. Dicke, breite Lippen sollen sich mehr für die tiefe Stimmlage eignen, während straffe, dünne Lippen ein leichtes Blasen der höheren Töne ermöglichen sollen. Diese Beobachtung trifft zum Teil zu, doch kann aus ihr keine Regel abgeleitet werden, denn das Wesen des irgendwie als „leicht" oder „gut" besonders qualifizierten Ansatzes läßt sich nicht auf eine Formel bringen, ebensowenig wie ein vollendeter Kehlkopf einen Caruso garantiert. Immerhin liegt die Leistungsfähigkeit eines Bläsers zum größten Teil in der Kraft seiner Lippen- und Wangenmuskulatur und nicht, wie man meist annimmt, in der „Stärke seiner Lungen". Wenn ein Bläser erschöpft ist, so ist es nicht der Luftmangel, sondern die Erschlaffung seiner Lippen und Wangenmuskeln. Das Wunder der Tonbildung besteht in einem fast unvorstellbar feinem Muskelempfinden der Lippen, das es dem Bläser möglich macht, die nun gerade für diesen Ton nötige Spannung der Muskulatur zu erzielen.

Dann ist es die Stellung der Zähne, die vor allem die Richtung des Ansatzes bestimmt. Eine Progenie oder Prognathie wird sich auch in der Stellung des Mundstückes ausdrücken, denn das Mundstück muß immer mehr oder weniger parallel zur labialen Zahnfläche, zu seinem Widerlager stehen. Doch wird später noch einmal ausführlicher auf diesen Punkt eingegangen werden.

Ferner sind die Raumverhältnisse im Innern der Mundhöhle, wie sie durch die Form des Gaumens, den Verlauf des Zahnbogens und durch die Größe und Lage der Zunge bedingt sind, von Wichtigkeit für die Tonbildung. Es erscheint mir aber fast unmöglich, festzustellen, in welcher Weise die einzelnen Faktoren auf den Ton einwirken; sicher aber ist, daß sie entscheidenden Einfluß haben.

Auf die allgemeinen körperlichen Bedingungen des Ansatzes näher einzugehen, würde im Rahmen dieser Arbeit zu weit führen. Nur so viel soll gesagt werden, daß der Bläser nicht gerade Astheniker sein darf. Sein Beruf stellt hohe Anforderungen an seine physischen und psychischen Kräfte. Eine große Oper stellt einen Verbauch an Nerven- und Muskelkraft dar, von dessen Größe sich der Zuhörer nur schwer ein Bild machen kann. Zur Illustration möge die Tatsache dienen, daß in größeren Orchestern Wagners „Meistersänger" z. B. im Interesse des künstlerischen Erfolges immer mit doppelter Bläserbesetzung gespielt werden, d. h., daß der Bläser nach dem 2. Akt von einer frischen Kraft abgelöst wird.

Mit diesen nun einmal gegebenen körperlichen Bedingungen findet sich der Musiker in der Regel bald ab. Sie sind da, und wenn sie sich auch nicht ändern lassen, so können die Schwierigkeiten doch durch Übung überwunden werden. Was dem Bläser das Leben erschwert, sind die zahlreichen äußeren Umstände, die seinen Ansatz zu beeinträchtigen drohen. Es ist eine Summe von Banalitäten, die aber eben für *ihn* leider keine Banalitäten sind. Nur eine kleine Auswahl! Das Rasieren, allgemein genommen, hat schon einen ungünstigen Einfluß auf die Lippen; kommt aber gar ein kleiner Schnitt dazu, so genügt es, um ihm die Freude am Musizieren zu vergällen. Eine kleine Eiterpustel an entscheidender

Stelle wird zum stechenden Schmerz, der beim Spielen an Intensität nichts zu wünschen übrig läßt. Selbst die vorhergegangene Mahlzeit ist nach Quantität und Qualität nicht ohne Einfluß. Essig wirkt sehr ungünstig wohl durch seine adstringierende Wirkung, ebenso saure Äpfel, Essiggurken und derartig Pikantes. Nüsse sind ebenfalls verpönt. Wohltuende Wirkung haben fette Speisen und Honig. Dem Rauchen wird je nach persönlicher Einstellung eine entsprechende Bedeutung zugesprochen; es gehört aber sicher zu den Mitteln, die auf keinen Fall eine Besserung bewirken.

Doch diese Dinge lassen sich vermeiden. Nicht so die Einflüsse der Umgebung! Die Hitze eines Konzertsaales macht die Lippen spröde und trocken, und damit wird auch der Ton „trocken und spröd". Die Trockenheit des Mundes ist ebenso hinderlich wie zu reichlicher Speichelfluß. (Es sei mir hier gestattet, einzufügen, daß die sich im Instrument ansammelnde Flüssigkeit nicht aus Speichel besteht, sondern die an den kühlen Wänden niedergeschlagene Feuchtigkeit der Atemluft ist!) Besonders auffällig ist die Abhängigkeit des Bläsers von den akustischen Verhältnissen. Einem Streicher ist es für die *Technik* seines Spieles völlig gleichgültig, ob der Raum, in dem er musiziert, klein oder groß ist, ob er schalldämpfende Teppiche, Polstermöbel und Menschen enthält oder nicht. Der Bläser aber wird dadurch außerordentlich beeinträchtigt. Zunächst liegt eine mechanische Erklärung dieser Tatsache sehr nahe. Man könnte sich vorstellen, daß der Ton verhindert wird, sich voll zu entfalten, daß die Schwingungen gleichsam verschluckt, gedämpft, zurückgepreßt und im Instrument „gestaut" werden und damit den Ansatz direkt verschlechtern, besonders wenn man sich fälschlicherweise den Ton mit einem ausströmenden Luftstrom verbunden denkt. Der Weg zu dieser Wirkung ist aber wohl ein indirekter. Der Ton klingt infolge der schlechten Akustik nicht so blühend und weich, wie es der Bläser sonst gewohnt ist, er ist deshalb unzufrieden mit ihm, er fühlt sich in seiner Ausdrucksfähigkeit gehemmt, kurz, eine Menge von Unlustgefühlen wird in ihm wach, seine Stimmung wird schlecht, und darunter leidet die Qualität seines Ansatzes. Wenn schon jede Art Tätigkeit durch die Stimmung beeinträchtigt wird, so in noch viel stärkerem Maße das Spiel des Bläsers. Denn je kürzer der Weg zum Ton, je körpergebundener und je weniger mechanisiert er ist, desto unberechenbarer und labiler ist die Tongebung, eben weil sie durch diese Körpergebundenheit auch von allen seelischen Vorgängen stark beeinflußt wird. Deshalb ist das „Disponiertsein" des Sängers und des Bläsers nicht nur eine gewisse Affektiertheit oder künstlerisches Gehabe, sondern durch das Wesen der Tongebung weitgehend bedingt.

Das möge genügen an allgemeinen Ausführungen über den Ansatz. Ihre Berechtigung im Rahmen dieser Arbeit läßt sich bestreiten. Wenn sie genügt haben, auch nur ein wenig die Leiden und Freuden des Bläsers zu schildern, die Eigenart seines Berufes anzudeuten und so das Interesse für dieses Arbeitsgebiet zu wecken, haben sie ihren Zweck voll und ganz erfüllt.

Kasuistik.

Die hier angeführten Fälle haben weniger das Ziel, den Verlauf der Erkrankung in allen Einzelheiten zu schildern, sondern sie sollen vor allem ein mög-

lichst anschauliches Bild der aus ihr für den Bläser entstehenden Folgen geben.

Fall 1. Herr K. W., Hornist. Da der rechte obere Milcheckzahn des Patienten bis zum 23. Jahre persistierte, suchte sich der bleibende Eckzahn seinen Weg nach dem Gaumen zu. Im Laufe der Jahre brach er langsam immer weiter durch und zwar fast genau in der Mittellinie des Gaumens, dicht hinter den mittleren Schneidezähnen.

Die für den Patienten bei der Ausübung seines Berufes störende Folge war eine Behinderung der Zunge. Gerade an dieser Stelle legt sich die Zunge bei der Bildung jedes Tones, gleichgültig ob hoch oder tief, an den Gaumen und die palatinale Zahnfläche an. Es ist klar, daß ein dichtes Anliegen des Zungenrückens durch diesen Zahn sehr erschwert wurde. Damit war aber der Zungenstoß erheblich beeinträchtigt und ohne exakten Stoß keine Sicherheit der Tongebung. Beim Spielen einer langsamen Tonfolge traten die Schwierigkeiten nicht so stark in Erscheinung. Um so mehr beim schnellen Zungenstoß, z. B. beim schnellen Nachschlag. Es war dem Patienten unmöglich, diesen genau und sauber auszuführen, ein ganz großes Manko für einen Hornisten, in dessen Stimme der begleitende Nachschlag eine solch große Rolle spielt. Natürlich wurde auch durch die Spitze des Zahnes der Zungenrücken dauernd wund gerieben. Ferner bestand die Gefahr, daß der Eckzahn die mittleren Schneidezähne nach vorne drückte und so den für die Auflage des Mundstückes nötigen glatten Zahnbogen zerstörte. Sicher hat der Druck beim Blasen dieser Stellungsänderung entscheidend entgegengewirkt.

Da der Patient größten Wert darauf legte, diesem Übelstand abzuhelfen, ohne den Zahn zu verlieren, kam er auf den Gedanken, eine Regulierung durchführen zu lassen. Es kostete ihn jedoch einige Mühe, bis er den Arzt gefunden hatte, der das Risiko der Behandlung auf sich nahm, denn der Patient war schon 34 Jahre alt und der zurückzulegende Weg ziemlich lang. Das Röntgenbild zeigte die Wurzelspitze an ihrer richtigen Stelle, den Verlauf der Zahnachse jedoch schräg zur Gaumenmitte hin. — Der behandelnde Arzt erreichte in $^1/_2$ Jahre, daß er den Zahn zunächst in die ihm zugehörige Lücke brachte und dann in die richtige Stellung drehte. Da der Patient sich nach Abnahme der Retention der Kontrolle zu lange entzog, wanderte der Zahn wieder seiner alten Stellung zu und mußte noch einmal zurückgeholt werden. Darauf blieb die Retention länger liegen. Seit ihrer Beseitigung — 2 Jahre — hat der Zahn seinen Platz nicht mehr geändert. Der Erfolg ist in kosmetischer und funktioneller Hinsicht ein vollkommener. Der Zungenstoß ist durch nichts mehr behindert.

Fall 2. Herr Professor R., Solotrompeter. Der Patient erzählt, daß er von jeher einen Kreuzbiß hatte. Der Überschneidungspunkt der beiden Zahnbogen lag genau in der Mittellinie und zwar bissen die linken oberen Frontzähne hinter, die rechten oberen vor die unteren Antagonisten. Bei anfangs normalem Überbiß brachte diese Stellungsanomalie keine Behinderung des Ansatzes, was am besten daraus hervorgeht, daß der Patient auf seinem Instrument eine hohe künstlerische Vollendung erreichte. Im Laufe der Jahre aber kamen die unteren Prämolaren und Molaren zu Verlust und veranlaßten eine immer stärker werdende Senkung des Bisses. Das Diastema der unteren Frontzähne wurde dabei größer und schließlich trafen die oberen Schneidezähne sogar das Zahnfleisch des Unterkiefers.

Was waren die Folgen für den Bläser? Die ehemals genau in der Medianebene verlaufende Richtung des Mundstückes verschob sich nach links, denn durch die Senkung des Bisses wurden die unteren linken Frontzähne nach außen, die rechten mehr nach innen gedrückt und im Oberkiefer war der Erfolg derselbe, nur umgekehrt. Es war also der für die Lippen und das Mundstück notwendige glatte Zahnbogen oben wie unten stufenförmig umgewandelt, und da die Schneidezähne rechts oben weiter vorstanden als die linken unteren Incisivi, mußte sich die Richtung des Mundstückes nach links verschieben. Doch wäre dieser Umstand ja nur ein Schönheitsfehler gewesen. Viel peinlicher war die Erschwerung des Blasens selbst. Man kann sich leicht vorstellen, daß die Schleimhaut der Lippen kein angenehmes Ruhelager hatte. Am Unterkiefer wurde sie links stark gedrückt, da die Zähne weit vorstanden; dann kam eine Lücke, in die sie hineingequetscht wurde, und weiter rechts lag das Widerlager sehr viel weiter zurück, so daß hier die Muskelkraft bedeutend stärker wirken mußte, um die gleiche Spannung zu erreichen, die links schon durch das starke An-

pressen gegeben war. Am Oberkiefer waren diese Verhältnisse lange nicht so ausgeprägt. — Der Druck des Mundstückes verteilte sich also nicht gleichmäßig auf alle beteiligten Frontzähne, sondern bevorzugte in unangenehmer Weise den linken unteren und den rechten oberen Schneidezahn. Die Lippen wurden bei anstrengendem Blasen an diesen beiden Stellen wund. Wund ist etwas gelinde gesagt, denn man sieht jetzt noch kleine strichförmige Narben in der Schleimhaut. Die Schmerzhaftigkeit dieser kleinen Verletzungen bei einem durch das Blasen ausgeübten Druck von durchschnittlich 1 kg kann man sich leicht vorstellen.

Kein Wunder, daß der Patient auf Abhilfe sann und da der Zahnarzt allein nicht das nötige Verständnis besaß, mußte der Patient den Behandlungsplan zum Teil selbst angeben. Die Zusammenarbeit beider führte zu einem sehr guten Resultat. Die 4 unteren Schneidezähne wurden überkront und untereinander verbunden, so daß das Diastema beseitigt wurde. Noch wichtiger war, daß die linken Incisivi an der Labilafläche stark beschliffen und die Vorderfläche der rechten Krone so stark modelliert wurden, daß alle labialen Flächen nahezu in eine Ebene kamen. Am Oberkiefer wurde nichts geändert, da die Niveaudifferenz nicht so groß war. Dagegen wurde ein partielles Unterstück in Gold angefertigt, dessen beide Klammern mit Stoßbrechern verbunden und bei dem die Prämolaren und Molaren etwas überhöht sind, und damit den Biß heben.

So wurde einerseits der tiefe Biß beseitigt und andererseits durch die Kronen eine glatte Auflagefläche für die Lippe und Mundstück geschaffen, so daß das Wundblasen vermieden wird und das Mundstück seine alte Stellung in der Medianebene wieder einnimmt. Welche Erlösung diese Änderungen für den Bläser bedeuteten, sagen am besten seine eigenen Worte: „Es ist wie im Paradies! Ich blase noch einmal so leicht!“

Fall 3. Herr H. A., Solotrompeter. Im Jahre 1908 verlor der Patient den ersten Frontzahn J^2 durch Eiterung. Als auch J^1 dem gleichen Schicksal zum Opfer zu fallen drohte, wurde mit allen Mitteln versucht, diesen wichtigen Zahn zu erhalten. Lange Zeit wurde er vom Wurzelkanal und von der bestehenden Fistel aus behandelt und schließlich auch noch Alkoholinjektionen versucht, alles nur in dem Gedanken, diesen Zahn um jeden Preis zu erhalten. Aber schließlich mußte er doch extrahiert werden, und alle Mühe war umsonst. Bevor eine Prothese angefertigt wurde, half sich der Patient selbst, indem er einfach ein Stückchen Holz in die Lücke klemmte. Das partielle Oberstück, das er hierauf erhielt, trug nur diese beiden Zähne und war durch 2 Klammern fixiert. Das Blasen mit diesem Ersatz war jedoch nie ein reines Glück. Die Prothese wackelte immer etwas, wodurch die Tongebung unsicher wurde. — Im Laufe der Kriegs- und Nachkriegsjahre stellte der Patient dann fest, daß seine Zähne immer lockerer und länger wurden. Als keine Behandlung das Fortschreiten des Prozesses aufhalten konnte, wurde schließlich versucht, die oberen Zähne gegenseitig zu fixieren und die Belastung der Frontzähne auf die übrigen Zähne mit zu verteilen. So wurde 1924 folgende Brücke angefertigt: ^1C, ^2J und C^1, P^1 wurden überkront, ^1J erhielt eine Fensterkrone, und die Lücke J^1 J^2 wurde durch ein Zwischenglied mit Facetten überbrückt. Da an dieser Stelle der Alveolarfortsatz stark geschwunden war, mußte ein Goldsattel den Defekt ausfüllen und ein Aufliegen des Zwischengliedes ermöglichen.

Mit dieser Brücke ging das Blasen viel besser als mit der Platte. Doch leider hat sich in den 7 Jahren die ganze Brücke mit allen ihren Teilen so gelockert, daß sie sich hin und her bewegen läßt. Im gleichen Maße setzt der Schwund im Unterkiefer ein und auch hier sind besonders die Frontzähne außerordentlich gelockert. — Wahrscheinlich wäre der ganze Prozeß noch schneller vor sich gegangen, wenn der Patient nicht einen überraschend leichten Ansatz mit ganz geringem Druck (durchschnittlich 350—700 g; siehe Kurve, Abb. 16 u. 17) hätte. Er ist einer der wenigen Bläser, die das Kunststück fertigbringen, das Instrument an die Tischkante zu legen und das hohe C anzublasen, wobei nur der Reibungswiderstand und das eigene Gewicht die Trompete festhalten. Ein Experiment, das eben nur dem gelingt, der eine so starke Lippen- und Wangenmuskulatur besitzt, daß er durch ihre Kontraktion allein die Lippen genügend straff spannen kann.

Die große Sorge des Patienten ist nun: Wie kann ich meine Zähne erhalten und wie lange? Und was dann, wenn sie gezogen werden müssen? — Leider sind wir noch nicht in der Lage, ihm zu garantieren, daß wir ihm auf Grund unserer prothetischen Kenntnisse einen vollwertigen Ersatz liefern können.

Eine Erkrankung des Patienten verdient ihrer Eigenart und Seltenheit wegen hier noch erwähnt zu werden, wenn sie auch mehr allgemein medizinisches als speziell zahnärztliches Interesse hat. — Vor 3 Jahren bemerkte Herr H. im Verlaufe der Proben zur Einstudierung einer besonders schweren und anstrengenden Oper von Hindemith, daß ihn das Blasen unverhältnismäßig anstrengte. Er maß der Sache vorerst keine weitere Bedeutung zu und versuchte, durch vermehrtes Üben die Schwierigkeiten zu überwinden. Aber der Zustand wurde immer schlimmer. Nur mit allergrößter Anstrengung war es ihm möglich, einen Ton ruhig zu halten. Trotzdem besaß der Patient noch die Energie, auf Wunsch des Dirigenten die Erstaufführung der Oper zu blasen. Dazu reichte seine Lippenkraft gerade noch aus, dann versagte sie völlig. Selbst die Töne der bequemsten Mittellage zitterten, denn die Muskeln waren ganz kraftlos. Auch die Lippe hatte sich inzwischen noch verändert und wurde bläulich-weiß und lederartig steif. Ja selbst das Zahnfleisch wurde von dieser Verfärbung betroffen. Aufs stärkste beunruhigt suchte der Patient eine Reihe Ärzte, innere Mediziner, Hautärzte und Zahnärzte und schließlich auch einen Homöopathen auf. Keiner konnte helfen. Schließlich trat während der Behandlung des Homöopathen, die in Rauch-, Alkohol- und Fleischverbot und Massage mit einem Mundwasser bestand, nach 3 Monaten Heilung ein. Seither hat sich der Vorgang nicht wiederholt.

Eine sonst bei Überanstrengung auftretende Störung ist der Lippenkrampf, der sich in einem Zittern entweder in den Mundwinkeln oder am Mundstücksrand äußert. Die erste Form ist die schwerere, denn bei ihr sind wohl alle dort inserierenden Muskeln betroffen, während es sich am Mundstückrand nur um den Musc. orbicularis oris handeln wird. Bei völligem Aussetzen aber erholt sich die Muskulatur in 3—8 Tagen wieder vollkommen.

Fall 4. Herr L. K., Hornist. Als der Patient 1918 aus dem Felde heimkam, und seinen Beruf als Musiker wieder aufnahm, bemerkte er, daß seine Zähne locker wurden. Er ging zu verschiedenen Zahnärzten, die aber alle außer Spülen mit H_2O_2 und Einpinseln nichts unternahmen. In den folgenden 2 Jahren mußte er sich oft Eiterblasen aufschneiden lassen, aber auch damals wurde außer Spülen und Pinseln nichts getan. Die Sorge, seine Zähne und damit seine Erwerbsmöglichkeit zu verlieren, trieb ihn von einem Zahnarzt zum anderen. 1925 endlich wurde eine große Unterkieferschiene angefertigt. Die 4 Molaren wurden überkront und die übrigen Zähne zu zwei Drittel ihrer Krone überkappt. Diese Schiene hatte nur den Nachteil, daß durch die Stufe von der Überkappung zur Zahnfläche eine Druckstelle entstand und die Lippe dort leicht durchgeblasen wurde. 1927 erfolgte auch im Oberkiefer die Schienung durch eine Brücke. Vor dem Einsetzen der Brücke wurde ^{1}J extrahiert, gesäubert, überkront und mit der Brücke replantiert. Vom 2. Molaren bis zum Eckzahn rechts, und links 1. Prämolar und Eckzahn sind überkront. Die Lücken der beiden rechten Schneidezähne und des linken seitlichen Schneidezahnes sind durch Facetten tragende Zwischenglieder geschlossen. — Inzwischen war der Patient zu einem Zahnarzt gekommen, der die Behandlung etwas energischer angriff, die Taschen mit der Nadel ausspritzte, säuberte oder aufschnitt. Auch eine schwache Salvarsankur wurde versucht. Hochfrequenz blieb erfolglos. Jetzt läßt der Patient alle 2 Monate eine gründliche Zahnreinigung ausführen und massiert das Zahnfleisch täglich 2 mal mit dem Alkohol-Wattefinger. Der gegenwärtige Befund zeigt, daß alles stark gelockert ist; Röntgenbilder bewiesen, daß einige Zähne vollständig frei hängen. Außerdem starker Foetor ex ore, die Zahnhälse sind verschmutzt.

Da beide Brücken über kurz oder lang doch herausgenommen werden müssen, steht der Patient vor der Frage, ob es gelingen wird, ihm einen totalen Ersatz zu liefern, der ihm die Ausübung seines Berufes ermöglicht.

Fall 5. Herr K. V., Tenorhorn. Der Patient, der nur aus Liebhaberei Tenorhorn bläst, verlor durch Vereiterung den linken mittleren oberen Schneidezahn. Da ihm so das Blasen sehr erschwert war, ließ er sich ein partielles Oberstück anfertigen, das außer ^{1}J auch noch P^2, ^{1}P und ^{1}M ersetzte. Die Platte war durch 2 Klammern fixiert. Durch den starken horizontalen Druck des Mundstückes beim Blasen auf ^{1}J wurden die Klammern zu sehr beansprucht, so daß das Stück nicht mehr festsaß, ja sogar oft ohne weiteres ab-

gehebelt wurde. Um diesem Übelstand abzuhelfen, mußten die Klammern immer wieder neu angebogen werden. Während einer Marschmusik, so erzählt der Patient, sprang ihm die Prothese plötzlich ab und rutschte ihm in den Rachen. Zum Glück bekam er die Platte sofort wieder heraus. Wäre die Prothese zufällig durch ein Fehltreten und den damit verbundenen Stoß des Mundstückes zersprungen, so hätte eine Hälfte leicht in den Schlund geraten, mit einer Klammer sich in den Weichteilen festhaken und so gefährliche Komplikationen verursachen können. Ein unglückliches Zusammentreffen, das vielleicht konstruiert erscheint, aber bei den besonderen Umständen nur zu leicht möglich ist! Bei der Marschmusik wird das Mundstück eben bei jedem Schritt leicht gegen die Zähne gestoßen. In diesem Zusammenhang kann an die große Gefährdung der Zähne bei der Kavalleriemusik zu Pferde erinnert werden. Denn bäumt das Pferd zurück, so schlägt es damit dem Musiker die Trompete auf die Zähne. Um dieser Gefahr auszuweichen, werden die Instrumente schräg nach außen gehalten.

Mit dem Wunsche, eine Brücke zu bekommen, kam der Patient mit seiner zersprungenen Platte in die Klinik. Da für den Ersatz des einen Schneidezahnes eine Brücke das Gegebene ist, wurde eine solche mit 3 Gliedern angefertigt. Als Pfeiler dienten die beiden völlig intakten Schneidezähne J^1 und ^2J. Beide Zähne hatten leider ein zu schmales Profil um Halbkronen, besonders bei der starken Belastung durchs Blasen, einen genügend sicheren Halt zu geben. Trotz des schlechten kosmetischen Effektes mußte J^1 überkront werden. Um eine zweite Vollkrone auf ^2J zu vermeiden, wurde der Zahn mit einer Richmond-Krone versehen. Die Facette des Zwischengliedes wurde als Kästchenzahn ausgeführt. Sie mußte möglichst weit zurückgesetzt werden, damit sie nicht den ganzen Druck des Mundstückes bekam. — Der Erfolg in blastechnischer Hinsicht war ein vollkommener.

Fall 6. Herr R. L., Hornist. Der Patient präsentiert seine schönen, cariesfreien Zähne, in einer Schachtel mit Watte verpackt, und erzählt, daß er mit 32 Jahren feststellen mußte, daß seine gesunden Zähne anfingen, zu wackeln und länger zu werden. Die Ärzte stellten die Diagnose Atrophia alveolaris praecox. Jegliche Entzündungserscheinungen fehlten. Am längsten blieben die beiden mittleren oberen Schneidezähne fest. Der Patient hatte nämlich 1929 eine Kegelkugel gegen diese beiden Zähne geschlagen und sie stark luxiert. Sie wurden durch eine Seidenligatur fixiert und sind wieder vollkommen fest geworden. Im 38. Lebensjahre wurde ihm für den Oberkiefer eine Brücke mit Stützkappen für die Frontzähne angefertigt. Beide Molaren und Eckzähne waren als Brückenpfeiler überkront, die Frontzähne nur von hinten geschient, mit einer kurzen Kappe über die Schneidekanten. Als nach 7 Jahren alle 4 Stockzähne so stark wackelten, daß man die ganze Brücke hin und her bewegen konnte, wurde sie in einer 1stündigen Sitzung herausgenommen. Diese Prozedur ist für den Patienten eine der schmerzensreichsten Lebenserinnerungen, kein Wunder, denn es wurde nebenbei noch ein Zahn frakturiert. Inzwischen hatte er schon einen partiellen, dann einen totalen unteren Ersatz erhalten, und jetzt war noch ein totales oberes Stück nötig. Und das Kunststück gelang, der Patient brachte es fertig, wieder zu blasen! Das ist weniger das Verdienst des Zahnarztes als das des Bläsers, der mit unermüdlicher Energie noch einmal — zum dritten Male, wie er sagte, in seinem Leben — Hornblasen lernte. Zum ersten Male wie jeder Mensch am Anfang, das zweite Mal die Umstellung auf die Brückenschienung und das letzte Mal, das schwerste, mit dem totalen Ersatz. Diese Leistung schätzt man besonders hoch ein, wenn man die Prothese sieht, die reichlich plump ist. Die Ränder sind tief ausgeschnitten, denn immer wieder auftretende Druckstellen zwangen dazu. Den einzigen Halt bietet ein Sauger, den der Patient öfters wechselt, damit er seine volle Saugkraft behält. Bei Solostellen mit schwierigen Bindungen aber ist der Bläser gezwungen, die Platte mit Tragant festzukleben, da sie sonst im entscheidenden Augenblick abgehebelt wird. Das Blasen mit dieser Prothese muß man fast als ein Jongleurkunststück bezeichnen. Es ist sehr schwer, aber es geht! Das Unterstück hält gut, da glücklicherweise der vordere Alveolarkamm stark ausgeprägt ist und den ganzen Druck abfängt.

Das rein Menschliche soll nicht vergessen werden, denn es wirft ein helles Licht auf die schwerwiegende Bedeutung der ganzen Erkrankung für den Bläser. — Alle umfangreicheren Behandlungen mußte der Patient in die Ferien verlegen und dann seine freien Tage dazu benutzen, wieder und wieder zu üben, noch einmal von vorne anzufangen. Die

Kollegen durften nichts davon erfahren, weil sonst gleich ein Vorurteil gegen seine künstlerische Leistung entstanden wäre. Dazu dauernd die Sorge, seine Stellung zu verlieren! Er hätte wohl nie diese eiserne Energie aufgebracht, wenn nicht eben sein Beruf, seine ganze Existenz davon abhängig gewesen wäre.

Versuchsmethoden und Anordnungen.

Im folgenden sollen in Kürze die bei dieser Arbeit angewandten Meß- und Untersuchungsmethoden geschildert werden.

I. Die Photographie.

An ihr soll gezeigt werden: Die Form des Mundstückes, seine Stellung zu den Lippen, sein Winkel zur Senkrechten und die beim Blasen sichtbar werdende Beteiligung der mimischen Gesichtsmuskulatur.

Um En face-Bild und beide Profile in einer Aufnahme zu vereinigen, wurde eine besondere Anordnung gewählt, die am Chicagoer Institut zur orthodontischen Diagnose benutzt wird. — Der Patient wird so vor einen rechtwinklig angeordneten Doppelspiegel gesetzt, daß seine Medianebene genau in der Richtung der Winkelhalbierenden des Spiegelsystems verläuft. Im Bilde erscheinen dann neben dem En face-Bild in der Mitte links und rechts die entsprechenden Profile im Spiegel (Abb. 10 u. 11).

II. Das Röntgenprofil.

Seine Aufgabe ist, Aufschluß zu geben, über die Stellung der beiden Kiefer bzw. Entfernung der Zahnreihen voneinander, über das Verhältnis der Ebene des Mundstückrandes zur Labialfläche der Frontzähne und schließlich über die Auflagegrenze des oberen und unteren Mundstückrandes; außerdem soll es das Weichteilprofil wiedergeben.

Die Aufnahmetechnik war folgende. In die Kassette wurden 2 Filme eingelegt, der eine vor und der andere zwischen 2 Verstärkungsfolien. Auf diese Weise wird der eine Film etwas unterbelichtet und gibt die Weichteilzeichnung wieder, während der andere, durch die Folien richtig belichtet, nur die Knochenkonturen erkennen läßt. Um eine klare Zeichnung der Zahnreihen zu erhalten, wurde zwischen die mittleren oberen und unteren Schneidezähne etwas Zinnfolie geklemmt. Zum gleichen Zweck kam im Molarengebiet an der der Kassette zugewandten Seite ein Streifen Folie auf die untere Zahnreihe, darauf ein Stück weiches Bißwachs und schließlich wieder ein Folienstreifen. Dann wurde der Bläser aufgefordert, die Kiefer so weit zu schließen, wie es auch sonst für ihn zum Blasen nötig ist. Dadurch preßten sich die Folien gegen die Höcker der Zähne und gaben im Bild eine etwas schärfere Zeichnung dieser Partien, denn ohne diese Hilfsmittel überschnitten sie sich häufig links und rechts derart, daß die Öffnungsweite im Molarengebiet nicht klar zu erkennen war.

Der Musiker saß mit angesetztem Instrument in dem Stuhl, wobei die Kopfstütze angelegt wurde, um ihm das Ruhighalten während der langen Belichtungszeit von 10 Sekunden zu erleichtern. Die Röhre wurde in einem Abstand von 1 m so einvisiert, daß ihr Hauptstrahl genau senkrecht zum Mundstück in der Ebene seines Auflagerandes verlief. Eine Assistenz hielt die Kassette parallel zur Längsachse des Mundstückes und damit senkrecht zum Hauptstrahl. Dabei wurde die Kassette möglichst nahe ans Gesicht gedrückt und die eine Ecke auf die Schulter des Bläsers gestützt. Dann wurde dieser aufgefordert, einen Ton lang auszuhalten und während des Blasens die Aufnahme gemacht.

Abb. 1 zeigt die Weichteilzeichnung und Abb. 2 die Knochenzeichnung einer Röntgenprofilaufnahme im Original; es ist der Ansatz eines Tubabläsers. Der dunkle Schatten an den mittleren Schneidezähnen und der schwarze Streifen über den Molarenkronen rührt von den eingelegten Zinnfolien her. Die übrigen Aufnahmen sind im Text nur als verkleinerte Strichzeichnungen wiedergegeben (Abb. 5—9).

III. Das Palatogramm.

Mit seiner Hilfe soll festgestellt werden, welche Lage die Zunge beim Anstoßen verschiedener Töne einnimmt und ob bzw. wie sich der Raum in der Mundhöhle verändert.

Abb. 2 (2/3 natürliche Größe).

Abb. 1 (2/3 natürliche Größe).

Es kam die Reichenbachsche Modifikation der Palatographie in Anwendung. — Die Zunge des Bläsers wurde mit dünnem Gipsbrei (Rosaabdruckgips) bestrichen, vorsichtig zurückgezogen und unten im Mundboden ruhig gehalten. Dann erhielt der Musiker die Aufforderung, einen Ton anzustoßen und eine Zeitlang zu halten. Ohne die Lage der Zunge weiter zu verändern, wurde der Mund geöffnet. Jetzt waren am Gaumen und den Zähnen deutlich die Gipsspuren zu sehen, die die Zunge beim Anlegen hinterlassen hatte. Der Verlauf dieser Grenzlinien wurde nun auf ein vorher gewonnenes Modell durch Zeichnung übertragen, wobei die Raphe palatina und die Zähne Anhaltspunkte gaben. In gleicher Weise wurden diese Versuche für 4 verschiedene Töne wiederholt (Abb. 20 bis 23).

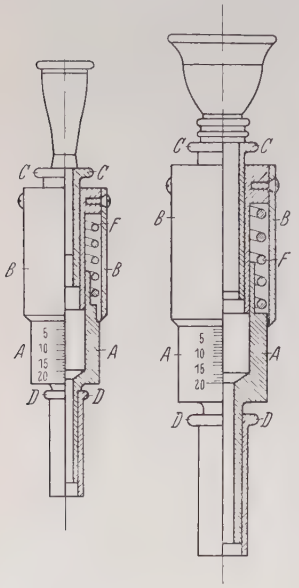

Abb. 3.

IV. Messen des Ansatzdruckes.

Da es für die Anfertigung eines Ersatzes von Wichtigkeit ist, zu wissen, welchen Beanspruchungen er standzuhalten hat, wurde der Versuch gemacht, die Stärke der Kraft zu messen, mit der das Mundstück gegen die Lippen bzw. Zähne gepreßt wird. Solche Messungen haben natürlich nur dann einen Sinn, wenn sie während des Blasens vorgenommen werden, und darin besteht gleichzeitig ihre Schwierigkeit. Bei den Blechblasinstrumenten ließ sich diese Aufgabe durch die beiden nebenstehend abgebildeten Apparate lösen. Ihre Konstruktion stellt im Prinzip nichts anderes dar als eine zwischen Mundstück und Instrument geschaltete Federwaage (Abb. 3).

Der Zylinder *A*, der mit einer Gradeinteilung versehen ist, paßt genau in die Röhre *B*. Zwischen deren äußeren Mantel und ihre innere Führungsröhre, die so gearbeitet ist, daß keine Luft seitlich aus dem Apparat entweichen kann, wird eine Spiralfeder *F* gelegt. Je nach der Stärke der Feder und der Größe der auf den Teil *B* wirkenden Kraft wird die Röhre *B* mehr oder weniger weit über den Zylinder *A* geschoben. Die Konusse *C* und *D* sind abnehmbar, so daß *ein* Apparat für zwei verschiedene Instrumente benutzt werden kann. Das kleinere Modell ist mit dem Konus *C* für Waldhorn, mit Konus *D* für Trompete passend. Das größere Meßinstrument kann mit Konus *C* für Posaune, mit Konus *D* für Tuba verwendet werden. Für beide Apparate wurde außerdem ein Satz von 4 verschieden starken Federn angefertigt. (Abb. 4 zeigt den Apparat in situ bei einer Trompete.)

Abb. 4.

Geeicht wurde der Apparat durch Gewichtsauflage auf den Zylinder *B*. Die Abstufung betrug dabei je nach Stärke der Feder 100, 200, 500 oder 1000 g. Gewicht und

abgelesener Teilstrich wurden dann in ein Koordinatensystem eingetragen. Die erhaltenen Punkte lagen näherungsweise in einer Geraden. Die geringen Abweichungen sind durch die Reibung der Apparatur und die Trägheit der Federn bedingt. Die resultierende Gerade stellt also einen guten Mittelwert der einzelnen Versuchsergebnisse dar. So wurde für jede Feder eine Gerade gefunden, mit deren Hilfe man für jeden Teilstrich die entsprechende Kraft in Gramm ablesen kann.

Die Messung selbst verlief folgendermaßen. Der Zylinder *A* wurde je nachdem mit oder ohne Konus auf das Instrument aufgesteckt und die Röhre *B* mit der entsprechenden Feder und dem Mundstück darübergezogen. Dann blies der Musiker, ausgehend vom Grundton c seiner Naturtonreihe, die Töne c-g-c-g und vom oberen g ab vollends chromatisch bis zu dem höchsten für ihn erreichbaren Ton. Und zwar jedesmal zuerst pianissimo, darauf fortissimo. Der Grad der Skala und die Nummer der Feder wurde für jeden Ton aufgeschrieben und diese Notierungen später zu einer Kurve ausgewertet (Abb. 12—17).

Die Blechblasinstrumente.

Bei den vier Instrumenten, die als klassische Vertreter ihrer Gruppen ohne Berücksichtigung der zahlreichen Varianten wie Piston, Baßtrompete, Tenorhorn, Bariton, Wagnertuben, Helikon usw. hier angeführt werden, ist die Art der Tongebung dieselbe. Ihre gemeinsame Grundlage wird deshalb im nächsten Abschnitt eingehend behandelt. Trotz dieser prinzipiellen Übereinstimmung sind jedoch die Unterschiede im Ansatz technisch so groß, daß ein Bläser im allgemeinen nur ein Instrument vollkommen beherrschen kann. Daher wird auch eine kurze Schilderung der einzelnen Instrumente mit ihren Besonderheiten nötig. Im Hinblick auf die Frage der Prothetik kann sich die Beschreibung auf die Größe des Mundstückes und die Eigenart des Ansatzes beschränken.

I. Die Trompete.

Das Mundstück hat im allgemeinen einen äußeren Durchmesser von etwa 26 mm. Der Rand ist ungefähr 4 mm breit. Die Fläche, mit der das Mundstück aufgesetzt wird, beträgt daher:

$$\begin{aligned} F &= \pi(R^2 - r^2) \\ &= \pi(13^2 - 9^2) = 3{,}14 \cdot 88 \\ &\approx 276 \text{ qmm} \end{aligned}$$

Die Feststellung der Mundstückfläche ist zur Berechnung des spezifischen Druckes (kg/qcm) notwendig. Für die Prothetik ist diese physikalische Größe ohne Bedeutung, wichtig ist hier nur die Gesamtbelastung, die aus der später folgenden Kurve abgelesen werden kann. Berechnet man jedoch bei allen Instrumenten den spezifischen Druck für die Annahme einer in jedem Falle wirkenden Kraft von 1000 g, so ergeben sich Zahlen, die einen Vergleich der Instrumente ermöglichen. Der spezifische Druck ergibt sich aus folgender Formel:

$$\text{spez. Druck kg/qcm} = \frac{\text{Kraft in g}}{\text{Fläche in qmm}} \cdot \frac{100}{1000} = \frac{1}{10} \cdot \frac{\text{Kraft in g}}{\text{Fläche in qmm}} .$$

Für Trompete ist danach der spezifische Druck bei einer Kraft von 1000 g

$$\frac{1 \cdot 1000}{10 \cdot 276} = 0{,}362 \text{ kg/qcm.}$$

Das Mundstück der Trompete wird in der Regel „angesetzt", d. h. auf die Mitte der geschlossenen Lippen gepreßt, so daß das Lippenrot der Ober- und Unterlippe innerhalb des Mundstückes liegt und der Druck ungefähr gleichmäßig auf Ober- und Unterkiefer verteilt ist. (Abb. 4 zeigt einen Trompetenansatz, bei dem die Oberlippe etwa $^2/_3$, die Unterlippe nur $^1/_3$ des Mundstückes ausfüllt. Auch das umgekehrte Verhältnis ist oft zu finden.) Trotzdem erhalten die Oberzähne mehr Belastung durch das Anheben des Instrumentes bei Bindungen nach oben. Im übrigen ist der Ansatz des Trompeters ziemlich stabil, die Unterkieferbewegungen sind klein, was dem geringen Umfang von $2^1/_2$ (bis 3) Oktaven entspricht.

Die beiden hier abgebildeten Röntgenprofile liefern in ihrer Gegenüberstellung den Beweis für ein Gesetz, das sich ohne weiteres aufstellen läßt: Der Winkel der Längsachse des Mundstückes zur Horizontalen ist abhängig von der

Abb. 5.

Abb. 6.

Achsenrichtung der Frontzähne. Ein waagrecht oder schräg von oben angesetztes Mundstück ist Folge einer Progenie (Abb. 5), während das nach unten gerichtete Mundstück durch prognathe Stellung bedingt ist (Abb. 6). Kopfbiß ermöglicht eine genau waagrechte Lage, ohne den Eindruck zu erwecken, als ob das Mundstück in die Oberlippe stärker eingedrückt wird (Abb. 8). Immer ist deshalb die Druckverteilung auf Ober- und Unterkiefer zu beachten!

II. Das Waldhorn.

Der äußere Rand des Mundstückes beträgt etwa 25—26 mm. Der Rand ist meist schmäler wie beim Trompetenmundstück, ungefähr 3 mm. Im ganzen ist das Mundstück zierlicher gebaut und verengert sich beim Eintritt ins Instrument auf 5—6 mm Durchmesser, während bei der Trompete an dieser Stelle 10—12 mm gemessen werden. Die die Lippen berührende Fläche beträgt $F = \pi(12{,}5^2 - 9{,}5^2) = 207$ qmm.

Der spezifische Druck bei einer Kraft von 1000 g ist

$$\frac{1 \cdot 1000}{10 \cdot 207} = 0{,}483 \text{ kg/qcm}.$$

Beim Hornisten unterscheidet man 2 Ansatzarten: das Ansetzen und das Einsetzen. Das Ansetzen entspricht genau der bei der Trompete beschriebenen Stellung, d. h. Ober- und Unterlippe sind etwa zu gleichen Teilen innerhalb des Mundstückes. Einsetzen dagegen bedeutet, daß der untere Mundstückrand *in* das Lippenrot oder gerade an seiner äußeren Grenze *in* die Unterlippe hineingesetzt wird (s. Abb. 10 und 11). Nur die Oberlippe befindet sich also im Mundstück, während dieses selbst mit seinem unteren Rand ungefähr auf der Schneidekante der unteren Incisivi aufliegt. Die Hauptbelastung erfahren beim Einsetzen die oberen Zähne, denn der Mundstückrand schließt etwa gerade mit der Zahnfleischgrenze ab. Beim Ansetzen wird der Druck ein wenig mehr auf beide Kiefer verteilt, doch muß der ansetzende Hornist in der Tiefe zum Einsetzen übergehen, d. h. durch Vorschieben des Unterkiefers die Unterlippe aus dem Mundstück herausziehen. Selbstverständlich gibt es zwischen beiden Ansatzarten alle er-

Abb. 7.

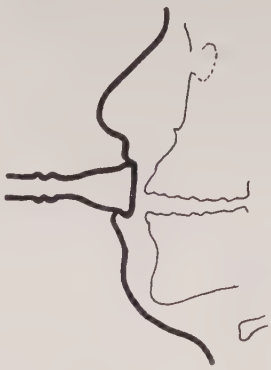

Abb. 8.

denklichen Übergangsformen. Das Einsetzen ist jedoch das Häufigere, da der Ton auf diese Weise weicher klingt. Der Ansatz des Hornisten ist der labilste aller Blechinstrumente, die Unterkieferbewegungen sind am ausgeprägtesten. Seine Labilität äußert sich hörbar in der allgemein bekannten Schwierigkeit des sicheren Blasens und findet ihre Erklärung in dem großen Umfang des Instrumentes ($3^1/_2$—4 Oktaven) und in dem Mißverhältnis von kleinem Mundstück zu großer Stürze (= Schallbecher des Instrumentes), zwei Umstände, die bei keinem anderen Blechinstrument sonst anzutreffen sind.

Abb. 7 zeigt das Röntgenprofil eines ansetzenden Hornisten. Der untere Mundstückrand liegt in der Mitte der labialen Zahnfläche auf, und die oberen Zähne werden ungefähr in gleichem Maße getroffen. Die Belastung ist auf Ober- und Unterkiefer nahezu gleichmäßig verteilt. Die Unterlippe ist nur wenig vorgestülpt. Beim einsetzenden Hornisten (Abb. 8) jedoch legt sich diese wulstartig um den unteren Mundstückrand herum und läßt erkennen, daß sie nicht innerhalb des Mundstückes liegt. Die Auflagepunkte sind im Unterkiefer die Schneidekante bzw. das obere Drittel der Labialflächen, im Oberkiefer der Abschluß der Zahnkrone gegen das Zahnfleisch. Der Druck trifft hauptsächlich die Schneidezähne des Oberkiefers.

III. Die Posaune.

Der äußere Durchmesser des Mundstückes beträgt etwa 40 mm, der Rand ist ungefähr 6 mm breit. Die die Lippe berührende Fläche ist also $F = \pi \cdot (20^2 - 14^2) \approx 671$ qmm. Der spezifische Druck bei einer Kraft von 1000 g beträgt

$$\frac{1 \cdot 1000}{10 \cdot 671} = 0{,}149 \text{ kg/qcm}.$$

Abb. 9.

Wie aus dem Röntgenbild (Abb. 9) hervorgeht, liegt der Mundstückrand nicht mehr den Zähnen, sondern schon dem Alveolarfortsatz auf. In diesem Falle ist der Druck symmetrisch auf Ober- und Unterkiefer verteilt. Es gibt jedoch auch Posaunisten, die nicht genau in der Mitte, sondern mehr oben oder weiter unten ansetzen. Dann verschieben sich natürlich auch die Belastungsverhältnisse. In einem der beobachteten Fälle berührte z. B. nur $^1/_3$ des Mundstückes die Oberlippe, während etwa $^2/_3$ dem Unterkiefer auflagen. Die leicht prognathe Stellung hatte außerdem zur Folge, daß der Druck — nach Gefühl und Aussage des Bläsers — vorzugsweise die oberen Frontzähne am Gingivalrand traf. Bei genau symmetrischem Ansetzen aber wird der Druck nicht von den Zahnkronen, sondern vom Alveolarfortsatz aufgefangen. Zum gemessenen Druck kommt bei der Posaune im schnellen Spiel noch die Bewegungen des Zuges, die sich dem Mundstück in Form kleiner Erschütterungen mitteilen.

IV. Die Baßtuba.

Äußerer Durchmesser des Mundstückes etwa 50 mm, Randbreite 7 mm. Die die Lippen berührende Fläche ist also $F = \pi \cdot (25^2 - 18^2) = 945$ qmm. Der spezifische Druck bei einer Kraft von 1000 g beträgt

$$\frac{1 \cdot 1000}{10 \cdot 945} = 0{,}106 \text{ kg/qcm}.$$

Das riesige Mundstück, seiner Größe wegen auch oft scherzhaft „Eierbecher" genannt, reicht tatsächlich fast von der Nase bis zum Kinn. Der breite Rand trifft auf den Alveolarfortsatz in der Gegend des unteren Drittels der Wurzelspitzen (Abb. 1 und 2).

Zum Schluß seien noch die errechneten spezifischen Druckzahlen zusammengestellt. Sie zeigen, wie mit dem Größerwerden des Mundstückes der Druck abnimmt.

Horn	0,483 kg/qcm
Trompete	0,362 kg/qcm
Posaune	0,149 kg/qcm
Tuba	0,106 kg/qcm

Der Ansatz des Bläsers.

Die Ausführungen dieses Abschnittes werden sich nicht auf das rein Zahnärztliche beschränken, sondern versuchen, alles Erfaßbare über den Ansatz zu-

sammenzutragen, gleichgültig, ob sich aus jeder Tatsache eine Folgerung für die Prothetik ableiten läßt oder nicht. Allein *der* Gedanke soll maßgebend sein, daß keine Einzelheit des blastechnischen Vorganges so nebensächlich ist, daß sie vom Zahnarzt keinerlei Beachtung verdiente, und daß dieser Versuch einer erklärenden Schilderung der Physiologie des Ansatzes vielleicht fördernd für die Schaffung eines zweckmäßigen Ersatzes sein könnte.

Diejenigen, die der Sache nicht ganz fremd gegenüberstehen, seien um Nachsicht gebeten, wenn ich mit scheinbar Selbstverständlichem beginne. Nicht allzuselten begegnet man der Frage: „Wie ist es nur möglich, mit 3 Tasten so viele Töne zu blasen?" Dahinter verbirgt sich meist uneingestanden die Vorstellung, daß man oben Luft hineinbläst, in der Mitte auf die Taste drückt und unten der fertige Ton herauskommt, genau so, wie man das aus seiner Jugend von der Kindertrompete her in Erinnerung hat. Dieser primitiven Anschauungsweise gegenüber sei festgestellt, daß der Ton einzig und allein durch schnelle Schwingungen der Lippen entsteht. Den „Urton" — wenn man so sagen will — kann man bei geübter und kräftiger Lippenmuskulatur ohne jedes Mundstück hörbar machen, noch deutlicher wird er bei Zuhilfenahme des Mundstückes allein, und selbst für einen Skeptiker überzeugend erklingt er, wenn man einen Papiertrichter hinzufügt. Das Instrument selbst hat also, wie schon oben erwähnt, nur die Aufgabe, dem Ton Größe, Tragfähigkeit, Kraft und Klangfarbe zu geben, was es dadurch erreicht, daß die in ihm enthaltene Luftsäule mitschwingt. Allerdings nach bestimmten akustischen Gesetzen, denn nicht jede Schwingungszahl der Lippe bringt die Luftsäule zum Schwingen. Schwingt die Luftsäule in ihrer einfachsten Form, so erklingt der Grundton. Durch verändertes Anblasen, das man durch größere Lippenspannung, anderen Zungenstoß und vermehrten Luftdruck erreicht, zerfällt die Luftsäule in schwingende Unterabteilungen, so daß die sog. Aliquot- oder Obertöne erklingen. Ihre Zusammenstellung heißt Naturskala des Instrumentes. Die Bedeutung der Ventile besteht nur darin, daß sie durch Einschaltung eines Rohrstückes die Luftsäule verlängern und so der Grundton tiefer wird, damit aber auch alle Obertöne um das entsprechende Intervall herabsetzt. So ermöglichen die Ventile die chromatische Tonleiter, während sonst nur die Obertöne *eines* Grundtones geblasen werden könnten. Mit der Tonbildung selbst haben sie also nicht das geringste zu tun.

Wie entsteht nun eigentlich der Ton? Durch die ausströmende Luft kommt die angespannte Lippe zum Schwingen, und diese Schwingungen werden dadurch zum wohlklingenden Ton, daß sie sich der Luftsäule des Instrumentes mitteilen. Wenn wir die physikalischen Tatsachen im Instrument selbst außer acht lassen, so sind bei diesem Vorgang beteiligt:

1. Die Lippen.
2. Die Zähne.
3. Die Zunge und der Luftstrom.

1. Die Lippen.

Die Hauptfunktion haben zweifellos die Lippen bzw. die Lippe, denn sie ist die schwingende Membran, durch die der Ton entsteht. Die Schwingungszahl der Lippe ist durch 3 Faktoren bestimmt:

1. durch ihre Spannung,
2. durch die Länge der schwingenden Strecke,
3. durch die Stärke des Luftstromes.

Der letzte Punkt soll uns hier in seiner Entstehung nicht näher beschäftigen. Die Länge der schwingenden Strecke ist für jedes Instrument ein für allemal durch die Weite des Mundstückes gegeben. Ein Tubamundstück mit einem inneren Durchmesser von etwa 36 mm läßt beinahe die ganze Lippe schwingen, während ein Trompetenmundstück von 18 mm innerem Durchmesser nur ein kleines Segment der Lippe in Aktion treten läßt. Es ist klar, daß das weite Mundstück schon durch diese Tatsache vor allem für tiefe, das enge mehr für hohe Töne geeignet ist.

Das Wichtigste für die Schwingungszahl ist und bleibt aber die Spannung der Lippe. Sie ist bedingt einmal durch den Druck des Mundstückes und zum anderen durch die Kraft der beteiligten Muskulatur. Drückt man den Mundstückrand gegen die Lippe, so wird notwendigerweise das in ihm eingeschlossene Stück der Lippe straff gespannt. Es scheint demnach so, als ob der Druck genügte, um den Ton zu erhöhen. Das ist aber aus 2 Gründen nicht der Fall: erstens erreicht die durch das Anpressen erzielte Spannung sehr bald ihre Grenze, und zweitens schmerzt hoher Druck empfindlich und schnürt gleichzeitig durch den Rand des Mundstückes die Blutzirkulation des schwingenden Teiles ab. Die Folge ist, daß der innerhalb des Mundstückes befindliche Teil der Lippe in Kürze ödematös anschwillt und damit weniger beweglich wird. Gleichzeitig wird seine Sensibilität herabgesetzt, das Blasen wird unmöglich. Diese leidige Tatsache muß jeder Anfänger an sich erfahren. In der ersten Zeit ist er nach $^1/_4$—$^1/_2$stündigem intensivem Üben erschöpft, es kommt kein Ton mehr, denn ihm fehlt die nötige Kraft der Muskeln, um die Spannung der Lippen zu erzielen, und so muß er das Mundstück anpressen, um einen höheren Ton zu erzwingen, was die eben geschilderten Folgen hat. Dazu kommt noch, daß die Lippe nicht so — sagen wir einmal — abgehärtet ist, um dieser neuen anstrengenden Aufgabe auf die Dauer gewachsen zu sein. Ja, dieser Gefahr des Anschwellens der Lippe ist auch der Geübte ausgesetzt, sobald seine Muskulatur durch Überanstrengung erlahmt oder durch mangelnde Übung schwach geworden ist. Gegen dieses „Überblasen" hilft dann nur eines: längere Zeit ausruhen, bis sich die Lippe wieder erholt hat.

Damit fällt also der mimischen Gesichtsmuskulatur die entscheidende Aufgabe zu, die Spannung der Lippe zu verursachen, und der Druck darf nur als unterstützendes Hilfsmittel herangezogen werden, wenn er nicht durch Abbinden der Zirkulation die Lippe funktionsunfähig machen soll.

Der hauptsächlich betroffene Muskel ist der Musc. orbicularis oris. Er bildet zusammen mit der umgebenden Haut und den aufgelagerten Fettpolstern die schwingende Membran. Von seiner Durchblutung und Elastizität hängt sehr viel ab. Vor allem ist seine Sensibilität für Spannung, sein Muskelempfinden, die Voraussetzung dafür, daß der Bläser weiß, diesen Druck und diese Spannung brauche ich, um gerade diesen Ton und nicht etwa einen höheren oder tieferen anblasen zu können. Weniger bedeutungsvoll ist die eigene Kraft dieses Muskels, denn sie kann nie so stark sein, daß sie allein die nötige Spannung erzielen könnte. Deshalb müssen alle Muskeln mit herangezogen werden, die die Lippen an-

spannen können, also alle diejenigen, die am Mundwinkel inserieren und ihn nach der Seite zu ziehen vermögen.

Da wäre in erster Linie der Musc. buccinatorius zu nennen, wenn auch nicht aus dem Grunde, weil sein Name ihm dazu ein besonderes Recht gäbe. Im Gegenteil, es geht aus dieser Nomenklatur hervor, daß ihr Erfinder eine gänzlich falsche Vorstellung vom Bläser hatte. Doch befindet er sich mit diesem Irrtum in bester Gesellschaft, denn die größten Künstler haben ihre „Posaunenengel" mit dick aufgeblasenen Backen dargestellt, und von dieser Vorstellung des „Blasens" im ursprünglichen Sinne leitet sich ja diese lateinische Bezeichnung ab. Könnte der Maler den Ton hören, den er bildlich dargestellt hat, er wäre sicher enttäuscht, welch klägliches Klangprodukt dieser Posaune entströmt. Kein Bläser, ausgenommen der Tubabläser — und auch bei ihm nur bei tiefen Tönen — spielt mit aufgeblasenen Backen! Und doch hat dieser Muskel zwei sehr wichtige Blasfunktionen, nur eben nicht in gedehntem, sondern in kontrahiertem Zustand. Wird er nämlich zusammengezogen, so legt er sich mit ziemlicher Kraft gegen die Zähne, wobei er jeglichen Hohlraum im Vestibulum oris aufhebt und gleichzeitig zieht er die Lippen nach hinten, denn seine Fasern konvergieren zum Angulus oris, durchkreuzen sich dort und strahlen in die Ober- und Unterlippe aus. Er erhöht also die Spannung der Lippen und ist wohl der stärkste der bei dieser Aufgabe sonst noch beteiligten Muskeln. Besonders bedeutungsvoll ist aber die Tatsache, daß er durch das feste Anpressen an die buccalen Zahnflächen das Vestibulum luftdicht gegen die Mundhöhle abschließt, denn jede Luftansammlung zwischen Zähnen und Wangen ist beim Blasen hinderlich. Die Muskeln können ja eine ungleich größere Kraft entfalten, wenn sie auf einem Widerlager aufliegen, als wenn dazwischen ein nachgiebiges Luftkissen eingelegt ist. Kommt tatsächlich einmal während des Spielens Luft ins Vestibulum, sei es durch eine augenblickliche Ermüdung des Musc. buccinatorius oder aus Unachtsamkeit, so bedeutet dies eine Störung. Die eingedrungene Luft muß wieder hinausgepreßt werden, und sie hat dabei vorzugsweise die Tendenz, nach den Mundwinkeln hin ins Freie zu entweichen. Dabei wird momentan die Lippenspannung und der Luftdruck im Innern der Mundhöhle verringert, kurz, eine Änderung herbeigeführt, die den Bläser zum mindesten für einen Augenblick unsicher macht. Ganz anders liegt die Sache bei tiefen Tönen, die eine große Menge Luft brauchen. Um einen hohen Ton zu blasen, d. h., um die straff gespannte Lippe in schnelle Schwingungen zu versetzen, muß die Luft unter viel stärkerem Druck ausströmen als bei einer lockeren Membran, die schon durch einen schwachen Luftzug in Schwingungen gerät. Starker Druck und geringe Luftmenge und schwacher Druck und große Luftmenge stehen aber in Wechselbeziehungen, die später noch näher begründet werden sollen. Ist also zu einem tiefen Ton viel Luft und geringe Lippenspannung erforderlich, so ist ohne weiteres erklärlich, warum in diesem Fall mit „vollen Backen" geblasen werden kann. Die Muskulatur, insbesondere der Musc. buccinatorius, ist in fast völlig erschlafftem Zustande, und der Bläser wird daher gerne die Möglichkeit ergreifen, auch noch das Vestibulum oris als Luftreservoir hinzuzuziehen. Sowie aber die höhere Tonlage eine größere Spannung erfordert, muß aus den oben angeführten Gründen das Vestibulum wieder auf ein Nichts reduziert werden. (Es versteht sich von selbst, daß diese Veränderungen nur im Seiten-

zahngebiet möglich sind; im Bereich des Mundstückes kann nie Luft in die Umschlagsfalte eindringen!)

Doch wieder zurück zu den in Funktion befindlichen Muskeln. Die gesamte mimische Gesichtsmuskulatur des Mundes ist in Tätigkeit mit dem Ziel, die Lippen durch seitlichen Zug anzuspannen. Der Musc. quadratus labii superioris mit seinen 3 Abteilungen Caput angulare, Caput infraorbitale und Caput zygomaticum, dann Musc. zygomaticus und Musc. caninus, alle diese Muskeln inserieren in der Gegend des Mundwinkels oder strahlen in die Lippen ein und wirken im großen und ganzen bei ihrer Kontraktion durch einen Zug nach schräg oben außen. Im entgegengesetzten Sinne, also nach schräg unten außen, wirken der Musc. triangularis und der Musc. quadratus labii inferioris. Aus diesen beiden haupt-

Abb. 10.

sächlichen Kraftkomponenten resultiert ein in der Richtung der Mundspalte verlaufender Zug nach außen, der noch durch den ebenso gerichteten Musc. risorius verstärkt wird.

Die eben geschilderte Tätigkeit der Muskeln läßt sich am besten an den Abb. 10 und 11 verfolgen. Abb. 10 zeigt einen Hornisten beim Blasen eines tiefen Tones. Das Lippenrot ist fast in seiner ganzen Breite sichtbar. Man sieht deutlich, daß die Lippe wenig gespannt ist, aber immerhin so, daß die am Mundwinkel inserierenden Muskeln diesen tief einziehen. Das ist in diesem Falle wohl vor allem die Wirkung des an die Seitenzähne angepreßten Musc. buccinatorius, denn die Lippe bedarf für diesen Ton (Contra C) kaum einer Anspannung durch die anderen Muskeln, im Gegenteil, sie wird möglichst gelockert. Daß die Backen trotz des vorher Gesagten nicht aufgeblasen sind, rührt daher, daß beim Horn auch die tiefsten Töne nicht so viel Luft brauchen (eine Folge des kleinen Mundstückes) wie bei größeren Instrumenten.

Daß der höhere Ton (hohes g) mehr Anstrengung erfordert, geht aus Abb. 11 deutlich hervor. Die im vorigen Bild noch geschwungen verlaufende Lippenlinie ist ein schmaler, gerader Strich geworden. Der eben noch ganz sichtbare obere Mundstückrand ist tief in die Lippe eingepreßt und kaum mehr zu erkennen. Die ehemals tiefe Einkerbung am Mundwinkel ist flach unf dast ganz verstrichen, denn jetzt ist die mimische Muskulatur mit ihrem Zug nach seitwärts außen in Aktion getreten und spannt die Lippe straff an. Im Gegensatz dazu ist die Nasolabialfalte vertieft, und besonders schön läßt eine Anschwellung an der seitlichen Nasenpartie (beachte das linke Profil) die Beteiligung des Caput angulare des Musc. quadratus labii superioris erkennen. Die Kontraktion dieser gesamten Muskelgruppe wird in der Bildung eines förmlichen Knotens seitlich des Mund-

Abb. 11

winkels sichtbar, den die Palpation jedoch noch viel sinnfälliger macht. An diesem Punkt ist sozusagen das Zentrum der anspannenden Kräfte! Auch die Unterlippe ist stark belastet, denn sie hat den Druck des einsetzenden Mundstückes (s. Abschnitt: Horn) nach schräg innen unten auszuhalten. Die Kinnmuskulatur ist ebenfalls angespannt, und der kontrahierte Musc. triangularis läßt die seitlichen Kinnpartien stärker hervortreten. Im übrigen läßt der Gesamtausdruck des Gesichtes die vermehrte Anstrengung erkennen und vor allem auch den erhöhten Druck im Innern mehr fühlen als in objektiven Symptomen sehen.

2. Die Zähne.

Von den zu Beginn angeführten Hauptfaktoren, Lippen, Zähne, Zunge und Luft, kann keiner den Anspruch erheben, der wichtigste zu sein; denn es genügt, daß einer von ihnen ausfällt — und das Blasen ist zur Unmöglichkeit geworden. Angenommen, daß Lippen oder Zunge — von der Luft ganz zu schweigen —

aus irgendwelchen Gründen verloren gegangen wären, so würden wir mit aller Therapie am Ende unserer Kunst stehen. Vom Zahnarzt aber wird verlangt, daß er bei Verlust aller Zähne nicht nur einen Ersatz, sondern sogar einen funktionsfähigen Ersatz herstellt, der für den Bläser eine Restitutio ad integrum bedeuten soll. Gewiß eine sehr schwere Aufgabe, die bis jetzt noch keine ideale Lösung gefunden hat! Deshalb soll dieser Abschnitt die für den Zahnarzt besonders wichtige Frage behandeln: Welche Bedeutung haben die Zähne für den Bläser?

Die auffälligste Tatsache, die auch dem Laien sofort klar wird, ist der Druck, den die Schneidezähne auszuhalten haben. Das Mundstück wird gegen die Lippen und damit gegen die Zähne gepreßt, und wenn die Zähne fehlen, so ist das eben unmöglich, denn die Lippen freischwebend anzuspannen, ist ein Kunststück, das niemand fertigbringt. Schon der Verlust eines mittleren oberen Schneidezahnes erschwert das Blasen derart, daß dieser Zustand auf die Dauer unhaltbar ist. Doch ist es ja ein leichtes, eine Lücke in einem sonst vollkommenen Zahnbogen prothetisch, z. B. durch eine Brücke, zu schließen. Aber eins darf bei der Auswahl und Anfertigung des Ersatzes nie vergessen werden: Die Zähne des Bläsers sind noch ganz anderen Einwirkungen ausgesetzt, als den beim Kauakt auftretenden Kräften. Deshalb war das Ziel der oben angeführten Druckmessungen, wenigstens ungefähr zahlenmäßig die Größe der horizontalen Beanspruchung der Frontzähne festzustellen. Ungefähr, weil die Kräfte nach Zahl und Richtung höchstens zu schätzen, nie aber eindeutig zu erfassen und zu zerlegen sind. Absolute Genauigkeit hätte ja aber auch nur z. B. für Energiemessungen Bedeutung. Für zahnärztliche Zwecke genügt es vollkommen, die durchschnittliche Größe und Höchstgrenze der Belastung zu wissen, und darüber können die angestellten Messungen einigen Aufschluß geben.

Die Größe des Druckes, den das Mundstück auf die Frontzähne ausübt, ist von vielen Umständen abhängig. Und zwar:

1. Von der Höhe des Tones;
2. Von der Stärke des Tones;
3. Von der Stärke der Muskulatur und von ihrer augenblicklichen Leistungsfähigkeit;
4. Von psychischen Faktoren, z. B. Lampenfieber; und
5. Ob der Ton frei angeblasen wird oder ob er das Ende einer großen Bindung oder einer langsam ansteigenden Tonfolge ist.

In den unten abgebildeten Kurven konnten nur die beiden ersten Faktoren graphisch dargestellt werden, während sich die Stärke der Muskulatur lediglich im Verlauf der Kurve äußert bzw. die erreichten Druckzahlen Rückschlüsse auf ihre Kraft zulassen. — Einen dem Lampenfieber analogen Zustand als Versuchsbedingung herbeizuführen, ist leider nicht möglich, obwohl gerade die Auswirkung dieses psychischen Faktors besonders interessant wäre. Wer einmal an sich selbst erlebt hat, wie eine sonst spielend ausgeführte Handlung in der Aufregung einen enormen Aufwand von Kraft benötigt, der in gar keinem Verhältnis zur Leistung steht, wird mir beistimmen, wenn ich in diesem Zustand eine Druckerhöhung bis auf das Doppelte annehme. — Bedauerlicherweise war es auch nicht möglich, den Druckunterschied unter den bei 5 angeführten Bedingungen zu messen.

Der Grund dafür waren gewisse Mängel der Apparatur, die hier anzuführen sind. Bei einer Bindung vom tiefen zum hohen Ton wird außer dem Druck und der Spannung auch die Lage des Mundstückes verändert, und die dabei vom Instrument zum Mundstück gehenden Kräfte wirken eben nicht nur in Richtung der Mundstücklängsachse, sondern mehr in der Horizontalen. Diese Kraft führt aber quasi zu einer Durchbiegung des Apparates, was sich in einem Festklemmen der verschieblichen Teile äußert und eine richtige Messung verhindert. Es ist ja in der Konstruktion des Meßinstrumentes begründet, daß es nur die in seiner Längsachse verlaufende Kraftkomponente mißt. Außerdem darf nicht vergessen werden, daß die Zwischenschaltung einer solchen Apparatur eine völlige Änderung der Ansatzbedingungen bedeutet. Das Instrument ist 10—12 cm weiter vom Munde weg als sonst, der Ton klingt durch Hinzutreten dieses Mechanismus keineswegs schöner, er „sitzt" nicht mehr, er muß anders, schärfer angeblasen werden und hat noch die unangenehme Eigenschaft, während des Spiels höher zu werden, da sich die Röhren ineinanderschieben und die Luftsäule verkürzen. Angesichts dieser Abweichungen vom Normalen könnte man fragen: Haben solche Messungen überhaupt noch einen Sinn? Doch, wenn man nicht mit übertriebenen Erwartungen an sie herangeht. Lassen sie, wie schon anfangs gesagt, Durchschnitt und Höchstgrenze des Druckes feststellen, so haben sie ihren Zweck erfüllt. Denn auch nur annähernd diese Belastung abzuschätzen oder Vergleichsgrößen anzugeben, dazu ist der Bläser nicht imstande.

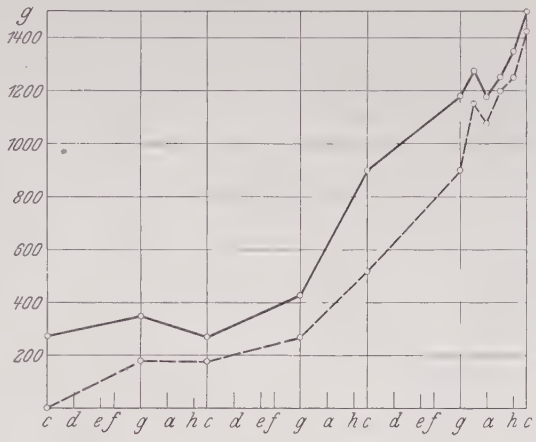

Abb. 12.

Das eigentlich auf Grund der Erfahrung zu erwartende Bild einer anfänglich allmählich, dann aber steil aufsteigenden Kurve trifft nicht in dieser Idealform zu. — Betrachten wir zunächst einmal die Druckkurve eines Hornisten (Abb. 12) und verfolgen zuerst die punktierte Linie, die den Druck im Pianissimo angibt. Bei Contra C wird die Feder überhaupt nicht beansprucht, und selbst wenn der Apparat noch empfindlicher wäre, würde kaum ein Druck zu messen sein, denn man fühlt beim Blasen solcher Töne fast keinen Druck, im Gegenteil hat man eher die Empfindung, als ob das Mundstück sogar ein wenig von den Lippen weggezogen wird, um ihre völlige Lockerung zu erreichen. Der Ton g eine Quinte höher zeigt einen Druck von 180 g, und im Verlauf der Oktave c—c ergibt sich eine Zunahme um 100 g, während bis zum mittleren c die Kurve auf 500 g ansteigt. Bis zu diesem Ton spricht man von der tiefen bzw. der bequemen Mittellage, die selbst für den Durchschnittsbläser jederzeit ohne erhebliche Anstrengung spielbar ist. Daß von hier ab das Blasen anstrengender wird, zeigt das Anwachsen des Druckes um 380 g innerhalb einer Quinte. Jetzt aber steigt die Kurve steil

an, und man sieht, daß vom g bis zum hohen c jeder halbe Ton mühsam erkämpft werden muß unter Anwendung immer stärkeren Druckes, so daß beim letzten Ton der erhebliche Druck von 1430 g erreicht wird. Auf das eigentümliche Abfallen der Kurve von gis nach a wird später eingegangen werden.

„Con tutta forza" steht in den Stimmen, wenn vom Bläser das Möglichste an Stärke verlangt wird. Kein Wunder, daß dann auch der Druck wesentlich höher wird als im zarten Piano. Deshalb beginnt die ff-Kurve beim Contra C schon mit 280 g. Diese Zahl ist im wesentlichen dadurch bedingt, daß die Luft beim Forte unter einem höheren Druck steht und das Mundstück stärker angepreßt werden muß, um ein Entweichen der Luft zwischen Rand und Lippen zu verhindern. So verläuft diese Linie durchschnittlich 200 g höher als im Piano. Daß g 350 g, dagegen c nur 280 g Druck beansprucht, rührt davon her, daß für diesen Bläser g ein „schlechter" Ton ist. Auf jedem Instrument sind nämlich einige Töne, die nicht gut ansprechen, zu hoch oder zu tief sind, sei es, daß es in irgendwelchen, nicht feststellbaren Fehlern des Instrumentes selbst liegt oder durch die Besonderheit des Ansatzes bedingt ist. Sie erfordern ein energischeres Anfassen, ein schärferes Stoßen und einen stärkeren Druck als ein anderer Ton, der wohl höher ist, aber leichter anspricht, d. h. leichter anzublasen ist. So sind auch in den anderen Kurven Unregelmäßigkeiten im Verlauf zu erklären. Aber eine andere Tatsache liegt noch näher: Der Bläser kann jeden Ton auch im Fortissimo mit stärkerem oder geringerem Druck anblasen, das hat er weitgehend in seiner Gewalt. Wenn diese Messungen vergleichend vorgenommen worden wären, etwa mit dem Hinweis: „Denken Sie, Ihr Kollege X. hat beim hohen c nur 1000 g Druck!", so hätten sie nie und nimmer die wirklichen Werte ergeben; denn der Ehrgeiz, den leichteren Ansatz zu haben, hätte zu einer möglichst weitgehenden Drucksenkung geführt. Deshalb war die psychologische Beeinflussung dahin gerichtet, neutrale Luft zu schaffen und in keiner Weise den eigenen Willen des Bläsers mobil zu machen.

Doch zurück zu unserer Kurve! Vom gis ab beträgt der Unterschied zwischen pp und ff nur noch 100 g. Diese Tatsache stimmt mit der Erfahrung überein, daß die hohen Töne im Piano und Forte gleich anstrengend sind, ja sogar das Piano für den Bläser schwieriger ist und von ihm durch die gewaltsame Zurückhaltung, die er sich auferlegen muß, noch anstrengender empfunden wird. Denn obwohl er hohen Druck und Spannung braucht, darf er doch, um Piano zu blasen, nur eine geringe Menge der Energie bei der Tonbildung zur Auswirkung kommen lassen, und weitaus der größere Teil der Kraft muß gestaut werden, so daß die Atempausen weniger zum Einatmen, sondern mehr zur Entspannung dieser zurückgehaltenen Energie dienen. In der Druckkurve wird sich dieses „innere" Plus an Arbeit in der Regel nicht äußern. Abb. 13 und 14 zeigen jedoch, daß gelegentlich auch die Höhe des Druckes diese Verhältnisse dadurch widerspiegelt, daß die pp-Kurve die ff-Linie überkreuzt. — Beim hohen c erreicht in unserem eben besprochenen Beispiel der Bläser einen Druck von 1500 g.

Im Vergleich dazu folgt die Kurve (s. Abb. 13) eines der besten gegenwärtigen Hornisten, die der eigenen Beobachtung nach insgesamt erheblich niedriger verlaufen müßte, denn der Gesichtsausdruck zeigte nicht annähernd solche Grade von Anstrengung wie im Fall 1. Dazu kommt, daß dieser Bläser mit Leichtigkeit

noch eine ganze Terz höher blies und dabei eine ganz andere Tonstärke erreichte und beibehielt als der Bläser der vorigen Kurve. Hier wird ein Höchstdruck von 2330 g, und zwar in Pianissimo, erreicht. Außerdem ist zu beachten, daß der Nullpunkt dieser Kurve $1^1/_2$ Oktaven höher liegt, nämlich bei g, ein Hinweis auf die Leichtigkeit des Ansatzes.

Was es bedeutet, nicht in Übung und damit „nicht auf der Höhe" zu sein, zeigt die Druckmessung dieses Hornisten (Abb. 14). Der Bläser hat sonst eine leichte Höhe, aber infolge längeren Aussetzens regelmäßiger Übung hat die Leistungsfähigkeit seiner Muskeln abgenommen, und der Druck muß die Muskelspannung ersetzen. So kommt es zu dem enorm steilen Verlauf der Kurve und zur Höchstleistung von 4000 g!

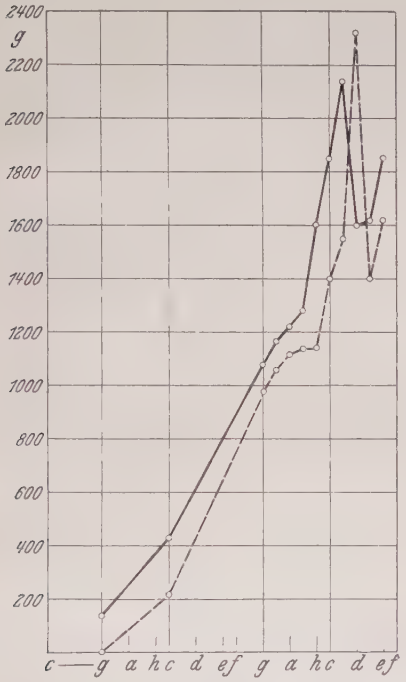

Abb. 13.

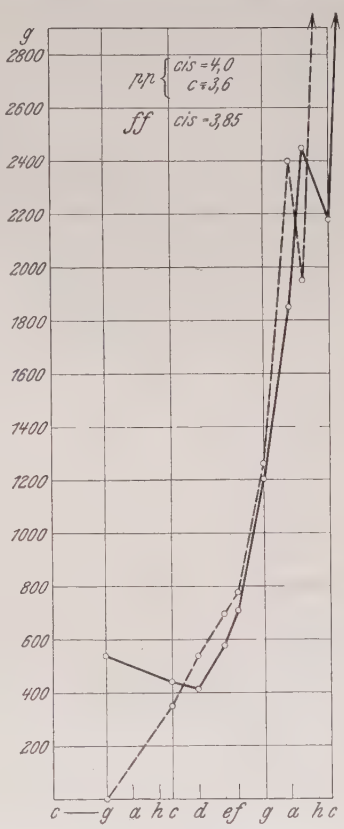

Abb. 14.

Für Trompete seien 2 Kurven angeführt, ein Dilettant (Abb. 15) und einer der besten gegenwärtigen Bach-Trompeter (Abb. 16). Der Gegensatz der beiden Meßergebnisse spricht für sich selbst. Es ist der leichteste Ansatz, den ich bei meinen Untersuchungen gefunden habe. Man bedenke, daß beim hohen c nur 620 g zu messen waren.

Daß die D-Trompete für die Bachschen Solostellen tatsächlich eine Erleichterung der schweren Aufgabe bedeutet, zeigt der niedrige Verlauf der für dieses Instrument vom gleichen Bläser gefundenen Kurve (Abb. 17). Doch liegen die Meßergebnisse nach Beendigung eines Oratoriums von Bach vielleicht doppelt so hoch. Denn diese Solopartien stellen an Trompeter wie Hornisten

Anforderungen, von denen sich ein Laie nie eine Vorstellung machen kann, die er aber nichtsdestotrotz großzügig kritisieren zu können glaubt.

Die Messungen für Posaune und Tuba ergaben keine Besonderheiten. Der maximale Druck betrug bei Posaune 2,4 kg, bei der Tuba 2,2 kg. — So wäre noch das bei den meisten hier gezeigten Kurven auffallende Zurücksinken der Linie vor dem letzten Anstieg zu deuten. Meine Vermutungen über diesen eigentümlichen Verlauf gehen dahin, daß mit der Druckerhöhung auch die Muskelspannung zunimmt, so daß dann ein Punkt erreicht wird, wo die allmählich erlangte Spannung gewissermaßen einen Augenblick konstant bleibt und ein Nachlassen des

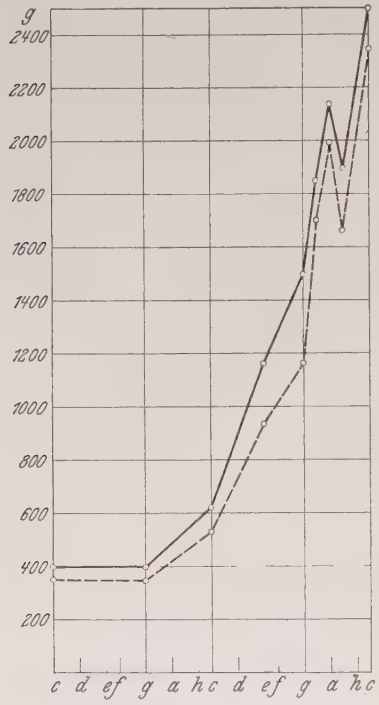

Abb. 15.

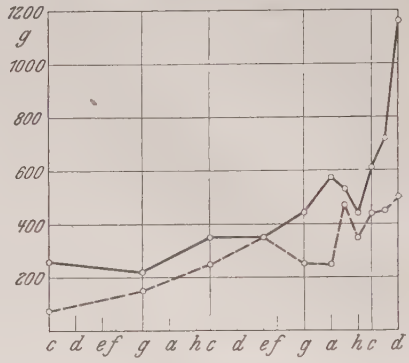

Abb. 16.

Abb. 17.

Mundstückdruckes ermöglicht. Also auf eine kurze Zeit derselbe Vorgang zusammengedrängt, der sich beim Erlernen des Blasens abspielt: Durch Muskeltraining Druckverminderung. Begreiflicherweise hält diese Fähigkeit nicht lange an, und der Druck muß wieder unterstützend hinzutreten.

Schwerer als die Stärke des Druckes zu messen, ist es, die Richtung der Kräfteeinwirkung anzugeben. Dazu muß grundlegend gesagt werden, daß sich auch hier keine Gesetze aufstellen lassen. Der Ansatz ist etwas ganz Individuelles, und selbst angenommen, daß gewisse äußere Verhältnisse in 2 Fällen gleich wären, z. B. Richtung des Mundstückes und Stellung der Zähne, so wäre noch lange nicht gesagt, daß die Bewegungen, die zur Ausführung einer Bindung nötig sind, genau übereinstimmen müßten. Ja, nicht einmal für den einzelnen Fall bietet sich eine Möglichkeit, diese Kraftrichtungen festzulegen, und wenn trotzdem an

Hand der nachstehenden Abbildungen versucht werden soll, ein Kräfteparallelogramm zu zeichnen, so muß betont werden, daß der Verlauf der Kraftlinien rein hypothetisch ist und als einzige Unterlage nur das Gefühl hat, das ich selbst beim Blasen für die Krafteinwirkungen habe. Ich muß deshalb mich selbst als Versuchsobjekt anführen, weil ich die Richtigkeit der Angaben anderer in dieser Hinsicht nicht prüfen kann und die Fragestellung die Gefahr der zwangsläufigen Antwort hat, zumal derartige Selbstbeobachtungen nicht ohne weiteres von jedem verlangt werden können.

Zur Illustration benutze ich nur deshalb das Trompeter-Röntgenprofil, weil seine ausgesprochen prognathe Stellung eine deutlichere Differenzierung des Kräfteparallelogrammes ermöglicht als der Kopfbiß, der in meinem Falle einzuzeichnen wäre.

Abb. 18.

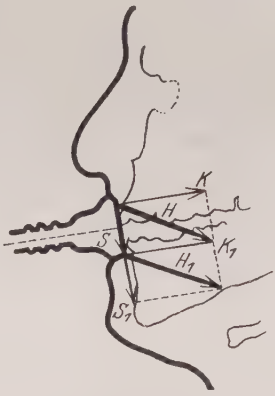

Abb. 19.

Ausgehend von der eigenen Empfindung, daß das Mundstück im wesentlichen in horizontaler Richtung angedrückt wird, wurden vom obersten und untersten Punkt des Mundstückrandes aus die horizontalen Strahlen H und H_1 gezeichnet (Abb. 13). Da die Messungen nur den in der Achse des Mundstückes wirkenden Druck erfassen, wurden die Horizontalen H und H_1 durch Kräfteparallelogramme in 2 Komponenten K und S und K_1 und S_1 zerlegt, deren eine K in dieser Richtung verläuft, während S die senkrecht dazu gerichtete Kraft darstellt. Die Wirkung dieser 3 Kräfte macht man sich am besten mit der Annahme klar, daß die Zahnkonturen einen totalen oberen und unteren Ersatz andeuten sollen. In der Zeichnung verhalten sich die Kräfte $K : H : S = 15 : 17 : 8$. (Die Probe für diese Zahlen ist: $K^2 + S^2 = H^2$, also $15^2 + 8^2 = 17^2 = 289$). Danach ergibt sich bei einem Druckmeßergebnis von 900 g:

$$K = 900 \text{ g}$$

$$S = \frac{900 \cdot 8}{15} = 480 \text{ g}$$

$$H = \frac{900 \cdot 17}{15} = 1020 \text{ g}.$$

In horizontaler Richtung wirken also $H = 1020$ g, in der Achse des Mundstückes $K = 900$ g. Diese beiden Kräfte zusammen haben in ihrer doch mehr nach oben

gerichteten Wirkung die Tendenz, die Prothese an den Gaumen zu drücken und festzuhalten, so daß die schräg nach unten gerichtete Kraft S in ihrer abhebelnden Wirkung kaum zur Geltung kommen wird. Aber auch sonst hält manche Platte wohl der Besichtigung in der Ruhelage, aber nicht den Kaubewegungen stand. Genau so ist es hier, denn leider ändert das Mundstück beim Blasen dauernd seine Stellung und was noch viel schlimmer ist, seine Druckrichtung. Auf Grund eigener Beobachtungen erscheint mir bei einer Bindung vom tiefen zum hohen Ton die Bewegung des Mundstückes eine Drehung um eine Achse zu sein, die man sich etwa durch die Schneidekante der unteren Schneidezähne verlaufend zu denken hat. Und zwar wird das Mundstück angehoben, horizontaler eingestellt und der Druck mehr auf den Oberkiefer verlagert, so daß sich umgekehrt die in Abb. 19 angezeichnete Stellung ergibt. Sofort ist die Kraftwirkung eine viel ungünstigere. Jetzt hebeln die Kräfte $H = 1020$ und $S = 480$ g die obere Prothese unweigerlich ab, denn einer Kraft von 1500 g hält kein Sauger stand. Aber auch das untere Ersatzstück wird durch den Druck auf die Kante der Schneidezähne wahrscheinlich angekippt. Also im ganzen außerordentlich ungünstige Belastungsverhältnisse. Selbst derjenige, der im Blick auf einen durchschnittlichen Kaudruck von 40 kg eine Druckmessung von $2^1/_2$ kg nicht sonderlich ernst nimmt, wird einsehen, daß diese $2^1/_2$ kg durch ihre Richtung noch viel schwerwiegender zu werten sind.

Wenn auch dieser Versuch einer Darstellung der hauptsächlichen Kraftwirkungen reichlich hypothetisch ist, so glaube ich doch, daß er gerade die für die Fixation eines totalen Ersatzes besonders zu beachtenden Kräfte zeigt. Im übrigen wird es Sache des Arztes sein, in jedem einzelnen Falle die eigentümlichen Bewegungen durch genaues Beobachten und Einfühlen und durch verständnisvolle Mithilfe des Patienten herauszuarbeiten.

Es wäre verfehlt, nur die Druckverhältnisse der Frontzähne zu beachten und die Aufgabe der Prämolaren und Molaren zu vernachlässigen. Zwar bedeutet ihr Verlust nicht dasselbe wie das Fehlen der Schneidezähne, aber trotzdem bringt er manche Nachteile mit sich. Wie schon aus der vorhergegangenen Beschreibung zu entnehmen ist, dienen die Prämolaren und Molaren dem Musc. buccinatorius als Widerlager. Fehlen sie, so muß er sich direkt an die Alveolarkämme anlegen und den breiten Spalt zwischen oberem und unterem Alveolarfortsatz durch wulstartige Vorwölbung nach innen verschließen, um den nötigen Abschluß der Mundhöhle gegen das Vestibulum oris zu bewirken. Ebenso stören größere Lücken seinen geraden Verlauf, und diese Mehrbeanspruchung, die er durch den stempelartigen Verschluß dieser Lücken erfährt, führt dazu, daß der Bläser schneller ermüdet. 2 Bläser, die ich darüber befragte, gaben von sich aus der Meinung Ausdruck, daß mit dem Fehlen der Seitenzähne das Nachlassen ihrer Ausdauer zusammenhinge. — Einen besonders starken seitlichen Druck erhalten die beiden Prämolaren, denn hier wirkt der oben beschriebene Muskelknoten, das Zentrum der anspannenden Kräfte. Aus diesen Gründen ist auch die Erhaltung der Seitenzähne für den Bläser von Wichtigkeit.

Unangenehmere Folgen aber hat die Tätigkeit des Musc. buccinatorius für die Prothetik. Seine Kontraktion führt, wenigstens in der Gegend vom Eckzahn bis zum zweiten Prämolaren, zu einer leichten Anspannung der Bänder nach

hinten. Vor allem aber macht es das kräftige Anpressen unmöglich, den Rand einer Prothese in die Zone der Ventilschleimhaut zu verlegen; denn Druckpunkte und Abhebeln der Platte wären die unausbleiblichen Folgen. Ganz zu schweigen vom Frontzahngebiet, wo die Größe des Mundstückes oder bei einem kleinen Mundstück auch der starke Druck den zur vollen Saugwirkung nötigen hohen Verlauf des Plattenrandes ganz von selbst verbietet. Der einzige totale Ersatz, den ich bei einem Bläser zu Gesicht bekam, bestätigte diese Überlegungen, denn seine Ränder waren rund herum so tief als irgend möglich ausgeschnitten, weil immer wieder auftretende Druckstellen dazu zwangen.

Besondere Aufmerksamkeit verdienen noch die Lagebeziehungen von Ober- und Unterkiefer während des Blasens. Alle Röntgenbilder zeigen einwandfrei, daß die Zahnreihen durchschnittlich bei den Schneidezähnen 4—7 mm, bei den Molaren 3—4 mm voneinander entfernt sind. Die Zähne stehen also beim Blasen außer Artikulation. Es wäre aber falsch, anzunehmen, daß diese Stellung sich während des Blasens nicht ändere. Ich kann dabei nicht den Ausführungen *Allendorfs* folgen, der angibt, daß der Abstand zwischen oberer und unterer Zahnreihe immer und bei jedem Instrument während der Blasmechanik derselbe sei und sich nur beim Luftholen verändere. Es bestehe lediglich eine Verschiebung des Unterkiefers nach vorn und hinten, die jedoch auf den Abstand nicht einwirke. Schon die Röntgenaufnahmen zeigen, daß die Abstände der Schneidezähne von 4—7 mm schwanken, und auch die Unterkieferbewegungen sind nicht reine Vorschubbewegungen, sondern verändern auch den Abstand der Zahnreihe. Es wäre sehr interessant gewesen, die Art der Unterkieferbewegung genau aufzuzeichnen, aber alle Methoden mit intraoraler Fixation der Apparatur fallen von vornherein weg, und die extraoralen sind nicht fein genug oder waren zu kostspielig, um angewendet werden zu können. Auf jeden Fall ist aber darauf zu achten, daß der Unterkiefer beim Blasen in Bewegung ist und daß vor allem die Umstellung vom tiefen zum hohen Ton mit einer Lageveränderung der Kiefer verbunden ist. Die Bindungen werden also immer ein Kriterium für die Vollwertigkeit des Ersatzes sein.

3. Die Zunge und der Luftstrom.

Luft gehört zum Blasen, daher der Name. Aber was die Zunge dabei zu tun haben soll, liegt nicht ohne weiteres auf der Hand. Und in der Tat, man kann auf einer Trompete einen Ton erzeugen ohne wesentliche Beteiligung der Zunge. Man haucht ihn einfach an. Einen passenderen Ausdruck für diese von manchen ungeschulten Dilettanten ausgeübte Technik finde ich nicht. Die Luft wird nämlich aus der Lunge herausgepreßt, ähnlich wie man eine Fensterscheibe anhaucht oder wie man keuchend ausatmet. Schon der letzte Vergleich zeigt, welche enorme Anstrengung und zugleich welche Schädigung diese Technik für die Lunge bedeutet. Außerdem besteht der klangliche Nachteil darin, daß der Ton nicht exakt zu klingen anfängt, sondern allmählich aus einem leeren Luftstrom über einige Entwicklungsstufen hinweg entsteht. Ein präziser Einsatz ist auf diese Weise ganz unmöglich. Um den Ton erklingen zu lassen, genau so wie eine Glocke, die man anschlägt, dazu braucht man den sog. Zungenstoß. Um es gleich vorwegzunehmen: es handelt sich nicht um ein Stoßen, sondern um ein Zurückziehen der Zunge. Ihre Spitze wird zwischen die Lippen und Zähne gelegt und verschließt

gleichsam wie ein Stempel die Mundöffnung. Dann wird die Luft in der Mundhöhle zusammengepreßt, und wenn sie den nötigen Druck erreicht hat, die Zunge schnell zurückgezogen, so daß die Luft plötzlich in kräftigem Strom auf die gespannte Lippe trifft und sie zum Schwingen bringt. Der Ton ist da, und zwar exakt und sofort in der gewünschten Stärke. Die Bewegung ist genau dieselbe, die wir ausführen, wenn wir bemüht sind, einen Faden oder ein Härchen von der Zungenspitze zu entfernen.

Der Zweck der Palatogramme war es nun, diesen Vorgang sichtbar zu machen. Außerdem haben die Versuche gezeigt, daß die Zunge dabei noch andere Aufgaben hat. — Betrachten wir zunächst einmal das nachstehend abgebildete Palatogramm eines Hornisten (Abb. 20).

Der Übersichtlichkeit halber wurde auf jede zeichnerische Darstellung des Räumlichen verzichtet. Dagegen soll der in der unteren Abbildung dargestellte schematische Frontalschnitt in der Ebene *E—E* die Vorstellung der veränderten Mundhöhle erleichtern. Die eingezeichneten Linien entsprechen der Zungenoberfläche und korrespondieren jeweils mit den betreffenden oberen Bögen. In der Oberkieferaufsicht ist die äußerste dicke schwarze Linie, die bei Prämolaren und Molaren über die Spitze der palatinalen Höcker und bei Eck- und Schneidezähnen über die Schneidekanten verläuft, die Grenze, bis zu der sich die Zunge immer anlegte. Alle anderen Linien sind als innere Grenzen der von der Zunge berührten Fläche aufzufassen. Die Gaumenmitte blieb also immer frei vom Gips, d. h., die Zunge legte sich dort nicht an.

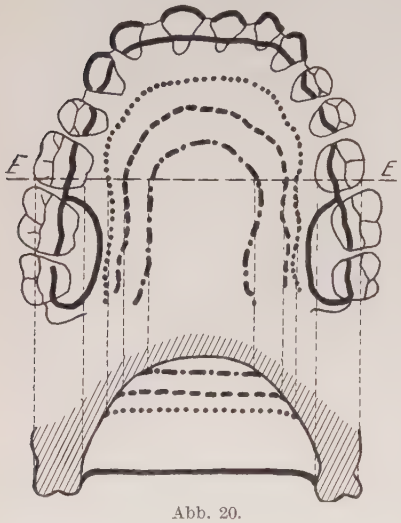

Abb. 20.

Was ist zu beobachten? Beim Contra C liegt die Zunge entsprechend der einfachen Linie nahezu waagrecht im Mund. Sie berührt die palatinalen Zahnflächen der Schneidezähne in schmaler Bandform, und nur am zweiten und dritten Molaren liegt sie in etwas breiterer Fläche auf. Der so gebildete Luftraum entspricht etwa der Höhlung, die vom gesamten Gaumen und einer durch die Zahnhälse gelegten Ebene begrenzt wird und wie sie im unteren Schema im Querschnitt gezeichnet ist. Betrachten wir dazu den Gegensatz, die innerste Linie für den Ton b. Der Luftraum ist durch Anpressen der Zunge an den Gaumen auf einen Bruchteil reduziert, und zwar, wie die obere Abbildung zeigt, sowohl in seiner Länge — er reicht jetzt nur noch bis zur Verbindungslinie der ersten Molaren — als auch in seiner Höhe, deren Abnahme aus dem Frontalschnitt hervorgeht. Die punktierte und die gestrichelte Linie sind nur die folgerichtigen Zwischenstufen für die Töne e und f.

Aus dieser Beobachtung läßt sich mehreres folgern. Zunächst, daß an der Tonbildung die Formgebung der Mundhöhle wesentlich beteiligt ist; denn mit steigender Tonhöhe verringert sich ihr lufthaltiges Volumen. Dann, daß diese

Volumänderung durch die Lage der Zunge erreicht wird, und schließlich, daß die Raumveränderung in Wechselbeziehungen zum Druck der Luft steht. Die Verengerung der Mundhöhle unterstützt die durch das Zwerchfell bewirkte Druckerhöhung, indem die Luft noch auf ein kleineres Volumen zusammengepreßt wird, denn es ist ja leichter, eine kleine Luftmenge zu komprimieren als eine große. Damit ist auch die obenerwähnte Beziehung von Luftmenge und Tonhöhe geklärt. Der tiefe Ton braucht viel Luft unter geringem Druck, der hohe wenig bei starkem Druck. Aber der folgende Sagittalschnitt (Abb. 21) zeigt uns noch etwas anderes.

Nicht nur das Volumen und der Druck ändert sich, sondern auch die Richtung, in welcher die Luft ausströmt, die Lippen trifft und ins Instrument gelangt. — Zur Erläuterung der Abbildung: In dem schematischen Sagittalschnitt deuten die dickpunktierten Linien ungefähr die Lage der zurückgezogenen Zungenspitze an, und die Pfeile sollen die Richtung der ausströmenden Luft wiedergeben. Die mit der oberen Abbildung korrespondierenden Linien stellen die Oberfläche der Zunge dar. — Beim Contra C tritt die Luft nach dem Zurückziehen der Zungenspitze wie in einem breiten, langsam, waagrecht dahinfließenden Strom zwischen den Lippen hindurch und versetzt sie in ruhige Schwingungen. Ganz anders beim hohen $\bar{b}$! Wenn hier die Zungenspitze der Luft den Weg freigibt, so strömt sie in steilem Bogen den Gaumen entlang und trifft in spitzem Winkel unter starkem Druck auf die Lippen. Die Zunge sinkt nämlich beim Öffnen des Lippenverschlusses nicht in den Mundboden zurück, sondern wird nur etwa im vorderen Drittel gesenkt, um der Luft den Weg freizugeben. Ein tiefer Ton ist, wenn er einmal angeblasen ist, ziemlich unabhängig von der Lage, die die Zunge später einnimmt. Der Ton klingt mit kleinen Schwankungen weiter, ob die Zunge in den Mundboden gelegt wird oder die Spitze den Gaumen berührt, ob sie nach links oder mehr nach rechts gelagert ist. Ein hoher Ton jedoch reißt sofort ab, wenn die Zunge ein wenig verändert ist, ein Beweis dafür, wie wichtig für ihn die Richtung der ausströmenden Luft ist.

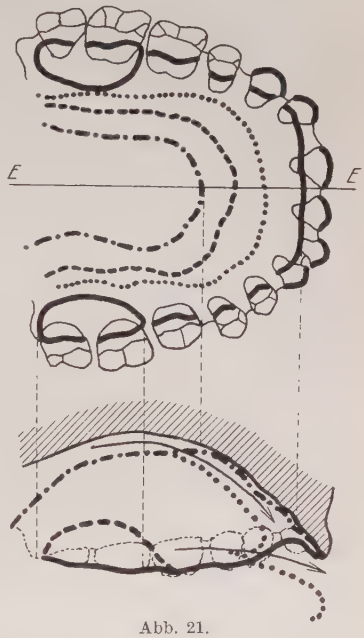

Abb. 21.

So haben die Frontzähne (gemeinsam mit dem Gaumen) noch eine weitere Aufgabe außer der eines Widerlagers, nämlich die, der ausströmenden Luft die Richtung zu geben, genau so, wie durch verschiedene Düsen ein Wasserstrahl dünn, dick, schmal oder breit geformt werden kann. Es ist deshalb bei Anfertigung einer Platte oder Brücke der Gestaltung der palatinalen Seite besondere Aufmerksamkeit zu widmen, mit dem Ziel, möglichst den früheren Zustand wieder zu erreichen. Der Nachteil der Kautschukplatte wird immer der durch die Knopfzähne bedingte dicke Wulst hinter den Schneidezähnen sein, der im Hinblick auf

die eben geschilderten Vorgänge dem Bläser erhebliche Schwierigkeiten bereitet und ein völliges Umlernen erfordern wird.

Die Palatogramme für Trompete (Abb. 22) und Posaune (Abb. 23) zeigen noch die Zusammenhänge von Gesamtanlage des Instrumentes und der Größe seines Mundstückes mit der durchschnittlichen Formung der Mundhöhle. Der Trompeter gibt immer nur einen kleinen Raum für die gestaute Luft frei, er braucht also im allgemeinen weniger Luft, aber stärkeren Druck als der Posaunist, der deshalb seine Zunge selbst bei hohen Tönen nie so hoch an den Gaumen preßt, wie dies bei der Trompete der Fall ist. Natürlich hängen die Ergebnisse der Palatographie auch von der Form des Gaumens ab, die für die Tonqualität nicht ohne Einfluß ist, soll doch ein hoher, spitzer Gaumen einen schärferen Ton bedingen als ein breitgewölbter. In den beiden oben stehenden Fällen sind die Gaumenbögen nur wenig voneinander verschieden.

Damit sind die Faktoren der Tonbildung in ihren gegenseitigen Beziehungen geschildert, ohne daß dieser Versuch den Anspruch machen könnte, das Thema

Abb. 22.

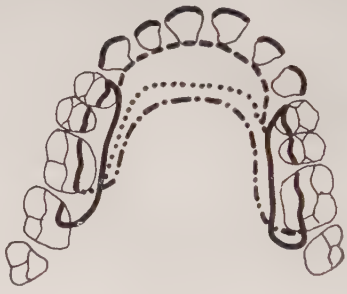

Abb. 23.

erschöpfend behandelt zu haben. Wenn es jedoch gelungen wäre, einen Einblick in die blastechnischen Vorgänge verschafft zu haben, so hat er sein Ziel erreicht.

Schlußfolgerungen.

Reichenbach hat das Verdienst, durch seine Untersuchungen die grundlegenden Folgerungen für den Zahnersatz bei Bläsern aufgestellt zu haben, und da es mir selbst an praktischen Erfahrungen auf diesem Gebiete noch fehlt, wird dem Leser mehr damit gedient sein, die Reichenbachschen Leitgedanken zu erfahren. Er schreibt, kurz zusammengefaßt, etwa folgendes:

1. Für partiellen Ersatz sind, wenn irgend möglich, Kronen- und Brückenarbeiten anzuwenden.

2. Bei Alveolarpyorrhöe sind die stärksten und stabilsten Schienen unter Nichtbeachtung aller kosmetischen Gründe und Einwände angezeigt.

3. Der totale Ersatz:

Normalerweise ist der Halt einer Prothese durch folgende Kräfte bedingt:

I. Rein physikalische

a) Schwerkraft,

b) Adhäsion (ist proportional dem Flächenumfang im Oberkiefer größer als im Unterkiefer),

c) Der atmosphärische Druck (Sauger).

II. Artikulation.

Von diesen kommen beim Bläser in Wegfall:

1. Die Artikulation, da die Zahnreihen beim Blasen außer Artikulation stehen.

2. Die Adhäsion zum großen Teil, da infolge der größeren Beweglichkeit und Inanspruchnahme der Lippen- und Wangenmuskulatur auch eine größere Deplazierungsmöglichkeit des Ersatzstückes durch eben dieselbe Muskulatur eintritt. Folglich müssen wir die Plattenkonturen und Umrisse kleiner gestalten als normal, was wiederum einen schlechteren Luftabschluß und eine kleinere Adhäsionsfläche zur Folge hat.

3. Herrscht in der Mundhöhle des Bläsers ein hoher Luftdruck, und

4. Kommen noch durch den Ansatz die ungünstigsten Hebelverhältnisse dazu.

Auf Grund dieser Überlegungen kommt *Reichenbach* zu dem Schluß, „daß ein sicheres Beherrschen von Blasinstrumenten bei oberem oder unterem, noch mehr bei oberem *und* unterem Ersatz zur baren Unmöglichkeit wird." Ich möchte keineswegs behaupten, daß dieser Satz etwa durch den früher geschilderten Fall (Fall 6) widerlegt sei, denn das objektive Urteil muß sagen, daß hier von einem guten Erfolg nicht gesprochen werden kann. Der Patient kann wieder blasen, aber nicht, weil ihn der Ersatz dazu befähigte, sondern weil er will!

Im Gegensatz zu diesem negativen Ergebnis hat *Allendorf* in seiner Dissertation einen Weg beschrieben, der gangbar ist und wohl eine Lösung darstellen kann. Die beiden grundlegenden Gedanken seiner Arbeit scheinen mir folgende zu sein.

1. Für den partiellen Plattenersatz: Er verlegt den Druck des Mundstückes in Richtung auf den Kieferwall durch Verwendung kurzer, breiter Zähne, die nicht über den Lippenrand hinausgehen. Damit wird die Gefahr des Abhebelns verringert und der Druck auf die Klammerzähne vermindert.

2. Für den totalen Ersatz: Er zieht zur Fixation der Prothese die einzige Kraft heran, die dem starken Ansatzdruck entgegenwirken kann, den Kaudruck. Die Grundlage dafür bildet die Tatsache, daß der Zahnreihenabstand ungefähr immer der gleiche bleibt. Er überhöht deshalb die vier ersten Molaren, so daß beim Schließen im Frontzahngebiet ein offener Biß entsteht, die Stellung, die die Zähne beim Blasen normalerweise einnehmen. Die Molaren sind leicht gewölbt und ermöglichen das nötige Vor- und Zurückschieben des Unterkiefers. — Die Feststellung der Blasartikulation erreicht er auf folgende Weise. Die gewöhnliche Prothese wird mit einem Wachswall eingesetzt. Dann läßt er blasen, und wenn sich die Zähne langsam eingebissen haben, nimmt er sie heraus und setzt sie in den Artikulator. — Das Resultat dieser Ersatzart war positiv. Der Ansatzdruck wurde glatt aufgehoben und die Bewegungen des Unterkiefers in keiner Weise gestört.

3. Schlägt er für den Bläser die Anfertigung zweier Ersatzstücke vor: eine „kaufunktionelle" und eine „musikerfunktionelle" Prothese.

Mit diesen Gedanken hat *Allendorf* die technischen Grundlagen für einen funktionsfähigen Ersatz angegeben. Ist einmal der Halt der Prothese garantiert, so sind wir in der Lage, die in dieser Arbeit gefundenen Einzelheiten zu ihrer weiteren Gestaltung und Vervollkommnung auszuwerten.

Bei Anfertigung jeder Art von Ersatz im Frontzahngebiet aber wird es im Hinblick auf die Dauer des Erfolges von Wert sein, auf die bei den Druckmessungen

gefundenen Belastungsgrößen zu achten. Der durchschnittliche Druck von 1—2 kg mit den oben beschriebenen Möglichkeiten des Anwachsens auf das Doppelte und darüber wird einem gewissenhaften Zahnarzt die Anfertigung umfangreicher Brücken verbieten oder wird ihn zum mindesten dazu führen, den Patienten über die Dauer des Erfolges aufzuklären.

Im übrigen lassen sich aus dieser Arbeit keine allgemein gültigen Behandlungsgesetze ableiten. Doch ergeben die Druckmessungen einen klaren Begriff von der Größe der wirksamen Kräfte, die Röntgenbilder lassen deutlich die Lagebeziehungen von Mundstück und Mundhöhle erkennen, und die Palatogramme zeigen die wichtige Funktion der Zunge. Das Einfühlen in die ganze Materie und die richtige Fragestellung, die dem nichtausübenden Musiker so sehr schwerfällt, war mir als ehemaligem Berufsmusiker außerordentlich erleichtert, und nur diesem kollegialen Verbundensein mit dem Bläser verdanke ich die Möglichkeit dieser Arbeit. Im übrigen kann sie lediglich auf die Dinge hinweisen, die für den Bläser bei jeder Therapie von großer Bedeutung sind und deren Nichtbeachtung den Erfolg in Frage stellt, ja sogar dem Bläser mehr Schaden als Nutzen bringen kann.

Zum Schluß möchte ich nicht versäumen, Herrn Professor *Wannenmacher* für das große Interesse, das er dieser Arbeit entgegengebracht hat, und seine freundliche Beihilfe aufrichtig zu danken. Herrn Professor *Praeger* bin ich für Rat und Hilfe bei der Anfertigung der Röntgenbilder zu Dank verpflichtet. Auf seiten der Bläser war es vor allem mein verehrter Lehrer, Professor *Suttner*, München, dessen reges Interesse und reiche Erfahrung mir viele wichtige Hinweise gab und dessen Vermittlung ich die Mehrzahl der beschriebenen Fälle zu verdanken habe. Ihm sei an dieser Stelle besonderer Dank gesagt! Nicht vergessen sein sollen aber auch die Herren der Staatsoper München, des Landestheaterorchesters Stuttgart, meine ehemaligen Kollegen vom Philharmonischen Orchester Stuttgart und die vielen Freunde und Bekannten, die bereitwillig die verschiedenen Versuche über sich ergehen ließen und deren Namen ich hier nicht alle aufführen kann. Trotzdem gilt gerade ihnen mein besonders herzlicher Dank! Herrn Musikmeister *Schumann* vom 2. Batl. Inf.-Reg. 14, Tübingen, bin ich dankbar, daß er mir in freundlicher Weise einige Herren seiner Kapelle für die Röntgenaufnahmen zur Verfügung stellte. Und last not least danke ich meinem Bruder, Herrn Regierungsbaumeister *A. Rothe*, der die Konstruktion der Druckmesser übernommen hat und mir in den vielen praktischen Dingen hilfreich zur Seite stand.

Literaturverzeichnis.

Reichenbach, Erwin, Die Mundhöhle bei Blasmusikern. Z. Stomat. **22**, Nr 9 (1924) — Zahnersatz bei Bläsern unter besonderer Berücksichtigung des totalen Ersatzes. Zahnärztl. Rdsch. **32**, Nr 15/16. — *Meder, Fr.*, u. *E. Reichenbach*, Orthodontische Maßnahmen zur Behebung von Sprachstörungen. Fortschr. Zahnheilk. **1** (1925). — *Fröhlich, Th.*, Zähne und Beruf. Schweiz. Vjschr, Zahnheilk. **22** (1912). — *Allendorf, Heinrich*, Zahnersatz bei Bläsern. Inaug.-Diss. Würzburg 1924. — *Wetzel, G.*, Lehrbuch der Anatomie für Zahnärzte. — *Mayerhoff, Fr.*, Instrumentenlehre.

Lebenslauf.

Am 4. Juni 1907 wurde ich, Helmut Rothe, als Sohn des Kaufmannes Max Rothe in Stuttgart geboren. In den Jahren 1914 bis 1927 besuchte ich infolge häufigen Wohnungswechsels meiner Eltern folgende Schulen: Wilhelms-Realschule, Stuttgart, 3. höhere Bürgerschule, Leipzig, Nicolaigymnasium, Leipzig, Wilhelms-Realschule, Stuttgart, Oberrealschule, Leipzig, Reformrealgymnasium, Berlin-Friedenau und zuletzt das Reformrealgymnasium, Stuttgart. An dieser Schule legte ich im März 1927 die Reifeprüfung ab.

Im Sommer 1927 begann ich an der Universität Tübingen das Studium der Zahnheilkunde, das ich nach dem zweiten Semester unterbrach, um für ein halbes Jahr als Berufsmusiker beim Philharmonischen Orchester Stuttgart tätig zu sein.

Nach Wiederaufnahme meines Studiums bestand ich am Ende des 3. Semesters in München die zahnärztliche Vorprüfung. Die beiden ersten klinischen Semester studierte ich in München, das 6. Semester in Rostock. Am Ende des 7. Semesters legte ich in Tübingen die zahnärztliche Staatsprüfung ab und erhielt die Approbation als Zahnarzt.

Stuttgart, den 28. Juli 1931.